



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

Кафедра метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности  
предприятий природопользования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)  
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология  
(квалификация – бакалавр)

На тему «Биоклимат г. Сочи»

Исполнитель Матосян Нина Альбертовна

Руководитель

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«22» 01 2020 г.

Туапсе

2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Физико-географические положение и климатические особенности города Сочи .....	5
1.1 Географическое положение и общая климатическая характеристика г. Сочи .....	5
1.2 Характеристика метеорологических условий исследуемого района .....	8
2. Оценка и методика расчетов показателей биоклимата.....	17
2.1 Показатели биоклимата, методика их расчета.....	17
2.2 Оценка факторов формирования теплового баланса человека.....	26
3 Комплексная биоклиматическая характеристика города Сочи.....	31
3.1 Биоклиматическая характеристика города Сочи.....	31
3.2 Комплексная оценка метеорологических факторов.....	35
Заключение .....	44
Список использованной литературы.....	46

## Введение

Оценка влияния состояния атмосферы на человека издавна интересовала специалистов самых различных областей знаний. Со времени А.И. Воейкова, положившего начало серьезным научным исследованиям в области медицинской метеорологии и климатологии, достигнуты значительные успехи в развитии данного направления метеорологической наукой. Общий эффект от осуществления мероприятия по комплексной метеопрофилактике патологических реакций, имеет серьезное социальное и экономическое роль.

Биометеорология является одним из физических аспектов климатологии и вызывает необходимость познаний в области медицины, биологии, физиологии, физики и метеорологии.

Сущность биометеорологии была определена на международном биометеорологическом конгрессе, который состоялся в 1960 г. в Лондоне, как оценка прямых и косвенных взаимосвязей между геофизическими и геохимическими факторами атмосферной среды и живыми организмами-растениями, животными и человеком.

Наука, будучи границе физики и биологии, особенно интенсивно развивалась в последние десятилетия как за рубежом так и в нашей стране. Наибольшее внимание в современных исследованиях уделяется развитию двух областей биометеорологии – биометеорологии человека и биометеорологии сельскохозяйственных растений. Объясняется это практическим рольм здравоохранения и сельского хозяйства для населения. В самостоятельную отрасль, особенно в последние годы, выделяют климатотерапию и организацию курортного дела – курортную метеорологию. Субтропическая Черноморская климатическая зона является благоприятной для использования ее в целях рекреационной климатотерапии в течение круглого года.

Эффективность применения климатических факторов с лечебными, оздоровительными и профилактическими целями зависит от того, насколько правильно разработаны методики лечения и профилактики, от соблюдения этих

методических установок, связанных с нормами , проведением и оценкой воздействия климатолечения.

Медицинская метеорология изучает влияние погоды на здорового (метеофизиология) и больного (метеопатология) человека, возможности использования метеорологических условий в лечебных целях (климатотерапия), что учитывается при организации курортного дела.

Актуальность исследований обосновывается тем, что успешная методика профилактики и лечения, во многом связана с проведением и оценкой воздействия метеорологических факторов на здоровье населения.

Объект исследования – биоклимат города Сочи.

Предмет исследования – оценка воздействия климата на жителей городской среды.

Цель исследований – анализ влияния погодных условий и биоклиматических особенностей на здоровье человека в гор. курорте Сочи.

Для решения поставленной цели предусмотрено решение следующих задач:

- рассмотреть мезо-микrokлиматические особенности городской среды; ознакомиться с методикой определения биоклиматических показателей применительно к оценке воздействия их на население городской среды;
- изучить суточный и сезонный ходы показателей биоклимата, рассчитанных методом теплового баланса;
- изучить суточный ход эквивалентно-эффективных и радиационно-эквивалентно-эффективных температур;
- оценить степень дискомфорта климата города Сочи.

# 1 Физико-географические положение и климатические особенности города Сочи

## 1.1 Географическое положение и общая климатическая характеристика г. Сочи

Сочи расположен на широте  $43^{\circ}35'07''$  с.ш.  $39^{\circ}43'13''$  в.д., на узкой полосе вдоль Черноморского побережья Кавказа, является одним из крупнейших приморских бальнеоклиматических (использующих естественные минеральные воды) курортов мира [27, с.98].

Общая городская протяженность – 145 км. Ширина территории достигает максимум 20-30 км. Находится Сочи на предгорьях Главного Кавказского хребта, в его юго-западной части. Территория у побережья шириной 450-2000 м имеет общий наклон к морю (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Физическая карта Краснодарского края [18, с. 67]

Рельеф играет важную роль в формировании микроклимата Сочинского курорта. Городская территория испещрена поперечными хребтами с боковыми

ответвлениями, которые отходят от Главного Кавказского хребта (рисунок 1.1). Такой рельеф создает очень сложную комбинацию ряда площадок различных размеров, высот и взаимных положений относительно друг друга. Низменное побережье от уровня моря сменяется холмами и небольшими горами до 300-400 м, местами повышаясь до 550 м. Рельеф района резко меняется по высоте при движении с северо-запада на юг-восток. На широте Большого Сочи, на расстоянии порядка 40 км расположились вершины Главного Кавказского хребта с высотами 1800-3500 м.

Западно-Кавказский климат формируется под тепловым эффектом незамерзающего Черного моря и защитного (экранирующего) эффекта гор Главного Кавказского хребта. Главные черты местного климата – сухость летом и повышенная влажность зимой – свойственны для средиземноморской климатической зоны при этом в отличие от неё зимний период на Западном Кавказе выделяется периодической неустойчивостью, которая связана с вторжением холодных масс воздуха [1, с.112].

Климат города и его окрестностей сильно различается в зависимости от того на каких высотах расположен тот или иной участок. Вследствие этого выделяют ряд вертикальных зон, представленных на рисунке 1.2.

Главный Кавказский хребет, расположенный почти фронтально относительно господствующего направления движения воздушных масс, является ведущим орографическим фактором климата. В пределах России высота Главного хребта на Западном Кавказе постепенно увеличивается с 100-200 м вблизи г. Анапы до 1000-1500 м в бассейнах рек Аше и Псеуапсе и более 2500 м в бассейнах рек Сочи и Мзымта. После достижения 1000-метровой высоты Главный Кавказский хребет предстаёт надежным экраном, защищающим территорию Западного Кавказа от притока континентального холодного воздуха с его северо-восточной стороны. Из-за наветренного расположения склонов по отношению к влагонесущим воздушным массам, увлажнение Западного Кавказа велико. Оно увеличивается в направлении юг-восток и растёт с повышением высоты местности.

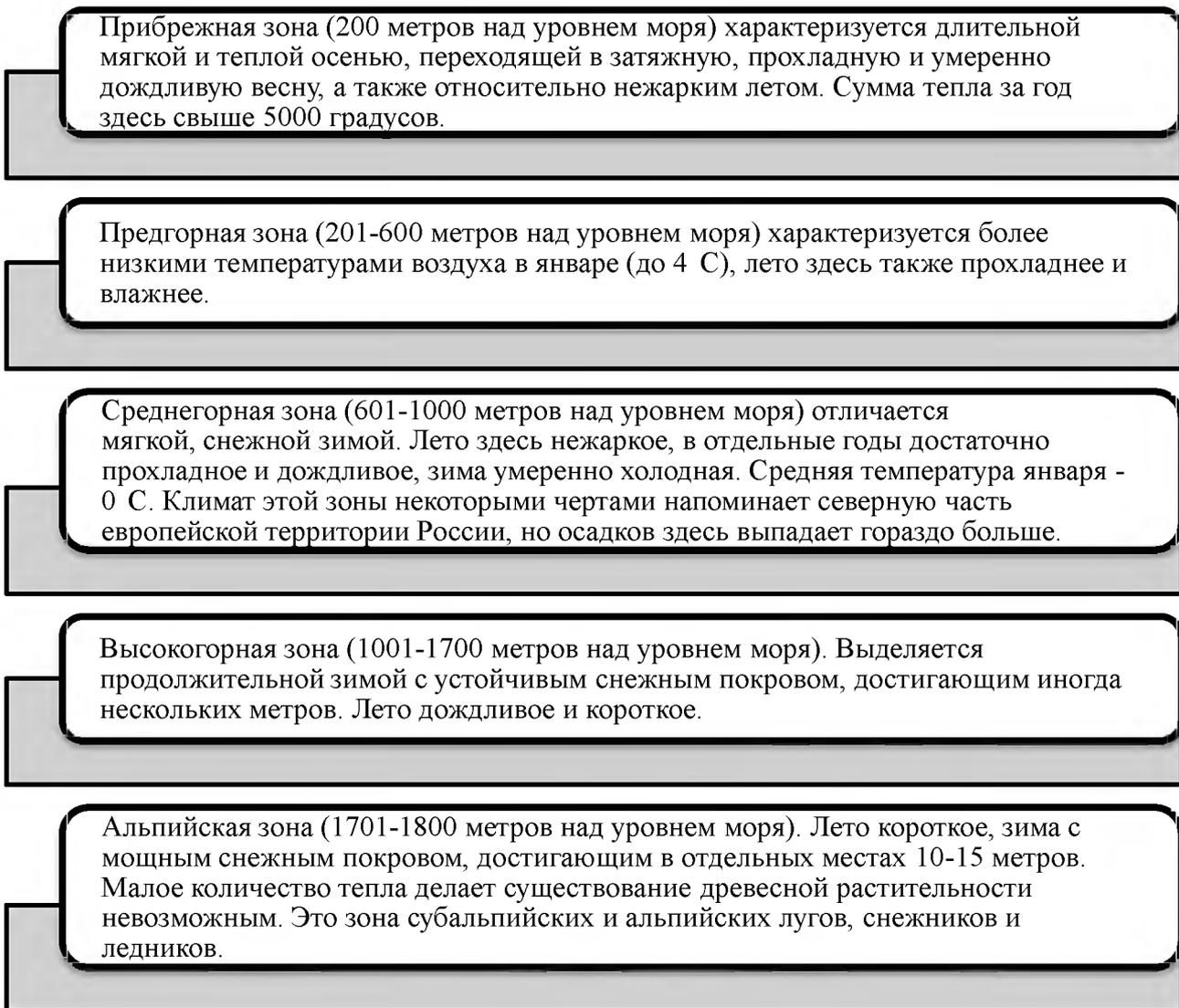


Рисунок 1.2 – Вертикальные климатические зоны

Главный Кавказский хребет с его высокими горными вершинами (2500-3255 м над уровнем моря), в районе Сочи отдалён от берега на 30-50 км. К морю спускаются только его боковые ответвления и склоны с плавными контурами. Прибрежная зона представляет собой область холмистых возвышенностей со сглаженными формами рельефа. Вдоль берега моря располагаются террасы, развивающиеся наиболее полно в приустьевых расширениях долин рек [24, с.97].

Гидрография. Черное море находится в зоне взаимодействия холодных воздушных потоков, идущих с северо-запада и северо-востока, и теплых субтропических воздушных масс, идущих с юга и юго-запада. Вследствие чего

атмосферная циркуляция изменяется по сезонам, а также ярко выражается неоднородность климатических и погодных условий в различных частях бассейна [24, с.102].

Зимой над морем устанавливается область низкого давления, что способствует преобладанию в это время года северо-восточных ветров с материка. Однако в течение зимы неоднократно возникают сильные штормовые ветры юго-западных и западных румбов. В году бывает около 17 штормовых (более 6 баллов) дней. После дождя с суши в море стекают дождевые потоки, неся песок, гравий, глину, гальку.

Летом и в начале осени над морем формируются смерчи, чье существование обычно не продолжается свыше 10 минут. Изредка смерчи могут выходить на побережье, обуславливая кратковременное усиление ветра до шквала, выпадение крупного града и ливневых осадков.

Линия Черноморского побережья Кавказа в районе Сочи относительно ровная, не изрезанная бухтами и выступающими в море мысами. Лишь в Центральном районе она образует так называемый сочинский мыс, где размещается центр города-курорта.

## 1.2 Характеристика метеорологических условий исследуемого района

Одним из основных показателей метеорологических условий, как фактор прямого, так и косвенного воздействия на состояние здоровья является солнечная радиация. Биологическое действие отдельных спектральных областей солнца различно и соответствует определенному диапазону длины волн: бактерицидное действие (290 до 305нм), антирахитическое действие (290 до 315 нм), эритемное действие (290 до 330 нм), загарное действие (300 до 450 нм) [15, с.12].

Годовой ход режима солнечной радиации района Сочи составляет один максимум в летний период (июнь) и минимум в декабре.

В таблице 1.1 представлена средняя суммарная (прямая и рассеянная)

солнечная радиация в ккал/м<sup>2</sup> час на горизонтальную поверхность по станции Сочи

Таблица 1.1 – Средняя суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация в ккал/м<sup>2</sup> час на горизонтальную поверхность по станции Сочи [19, с.63]

месяцы							месяцы							Средн ее за год
11	12	1	2	3	4	Среднее за 6 месяцев	5	6	7	8	9	10	Среднее за 6 месяцев	
56	36	44	71	82	139	71	190	230	229	203	146	94	182	126

Наибольшие значения суммы прямой солнечной радиации на курорте Сочи получает в июне – июле, а наименьшие в декабре (таблица 1.1)

Максимум напряжения прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность отмечается в марте – апреле, летом напряжение часто ослабевает в связи с повышением атмосферной влаги, понижением прозрачности атмосферы.

В таблице 1.2 сведены данные годового хода полуденных величин солнечной радиации на перпендикулярную поверхность (станция Сочи, 1986 – 2015 гг.)

Таблица 1.2 – Годовой ход полуденных величин солнечной радиации на перпендикулярную поверхность (станция Сочи, 1986 – 2015 гг.) [19, с.59]

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сочи	1,22	1,29	1,30	1,30	1,27	1,27	1,22	1,22	1,26	1,22	1,25	1,20

Приход сумм прямой солнечной радиации находится в большой зависимости от облачности и влажности воздуха. Облачность уменьшает приток солнечной радиации и значительно рассеивает солнечные лучи.

В рассеянной радиации при наличии безоблачного неба преобладают наиболее коротковолновые лучи; при облачном небе максимум волн перемещается к более длинным волнам. Известно, что практическая роль в гелиотерапии при безоблачном небе принадлежит коротковолновым ультрафиолетовым лучам в рассеянной радиации.

Самые короткие ультрафиолетовые лучи, обладающие разрушительным

действием на ткани организма, как известно, не достигают поверхности земли, а поглощаются озоном на высоте 25 км.

Наиболее короткая длина волны ультрафиолетового конца солнечного спектра у поверхности земли исчисляется в 290 нм и ее значения меняются с высотой солнца.

Физиологические реакции (инфракрасные лучи, ультрафиолетовое излучение, световые лучи) системы человеческого организма в зависимости от формы излучения чрезвычайно многообразны.

В уравнивании теплового баланса организма, значительную роль играет длинноволновая радиация. Организм обладает свойством не только воспринимать инфракрасные лучи солнечного спектра, но и излучать их во внешнюю среду. С длиной волны излучения, меняется глубина проникновения лучей в ткани организма.

Длинноволновые красные лучи проникают на глубину до 4 см., в то время как ультрафиолетовые лучи воздействуют лишь на самые поверхностные слои кожи и является наиболее важным биологическим активным компонентом солнечного спектра [9, с.21].

Ультрафиолетовое излучение, в целом, нейрогуморальными путями воздействует на весь сложный многообразный рецепторный аппарат и через него на эндокринную и центральную нервную систему, определяющую функциональное состояние всех остальных систем организма, влияющую на трофику тканей, процессы иммуногенеза.

Кроме того, они обладают общим стимулирующим действием, повышают окислительно-восстановительные процессы, вызывают перераспределение крови и формирование эритроцитов, увеличивают минутный объем сердца и способствует снижению артериального давления. Ультрафиолетовая эритема приводит к утолщению эпидермиса и образованию пигмента – меланина, повышающего защитные свойства кожи; пигментация рассматривается так же, как следствие восстановительных процессов на месте непосредственного действия ультрафиолетового облучения [9, с.38].

Ультрафиолетовые лучи почти полностью поглощаются в толще эпидермиса и только малый процент их проникает до поверхностных сосудистых сплетений (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Поглощение лучистой энергии кожей, (в %) [9, с.46]

Кожа	Л у ч и						
	инфра-красные	красные	желтые	зеленые	голубые	фиолетовые	ультрафиолет.
непигментированная	38	62	76	79	82	85	87
пигментированная	58	80	88	91	92	94	92

Температура воздуха. Годовые колебания температуры воздуха на Черноморском побережье малы, благодаря медленному нагреванию и охлаждению моря.

В целом климат побережья характеризуется мягкой зимой с преобладанием безморозных погод. В этот период отмечаются редкие вторжения холодного воздуха через перевалы, путем обтекания горного хребта, со снижением температуры до  $-5$   $-15$  °С. Повторяемость слабоморозных погод невелика и для зоны влажных субтропиков не превышает 25 дней за весь прохладный период [11, с.74].

Влажность воздуха. Непрерывно происходящий в земной атмосфере влагообмен между различными ее частями, с одной стороны и между атмосферой, и поверхностью литосферы, и гидросферы земного шара – с другой, играет весьма существенную роль в различных биологических и физических процессах, совершающихся в биосфере и толще атмосферы. Так как вода содержится в атмосфере во всех трех агрегатных состояниях - твердом, жидком и газообразном и, так как переход ее из одного состояния в другое всегда связан с поглощением или выделением тепла, процессы влагообмена в атмосфере часто сопровождаются и обменом тепла [11, с. 93].

В метеорологии для характеристики влажности атмосферного воздуха пользуются приводимыми величинами, представленными в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Величины, характеризующие влажность атмосферного воздуха [1, с. 85]

№ п/п	Величина	Ее характеристика
1	Абсолютная влажность воздуха	Количество содержащихся в воздухе паров воды; ее измеряют их упругостью (т. е. парциальным давлением, которое они оказывают на окружающие тела), выражаемой в миллиметрах ртутного столба или миллибарах.
2	Относительная влажность воздуха	Процентное отношение абсолютной влажности к максимально возможной упругости паров воды при данной температуре; ее выражают формулой $f = 100 \cdot e / E$ , где $f$ - относительная влажность; $e$ - абсолютная влажность воздуха; $E$ - максимальная упругость паров воды, т. е. упругость паров, насыщающих пространство при данной температуре.
3	Недостаток насыщения (дефицит влажности, влажный дефицит)	Разность между максимальной упругостью паров воды при данной температуре и абсолютной влажностью. Он связан с абсолютной влажностью, так что $D = E - e$ , где $D$ - недостаток насыщения. Его выражают в миллиметрах ртутного столба или миллибарах в зависимости от того, в каких единицах выражены $E$ и $e$ .

В биометеорологии при характеристике влажности воздуха чаще употребляется относительная влажность, которую непосредственно ощущает человек, хотя не менее важен недостаток насыщения, связанный прямой зависимостью с испарением (оно пропорционально недостатку насыщения). же В физиологии человека, весьма существенным процессом, от которого зависит не только водный, но и тепловой и солевой обмен является испарение [1, с.103].

Кроме того, при анализе влажности воздуха в биометеорологии используются следующие величины: физиологическая относительная влажность воздуха и физиологический недостаток насыщения.

Характерной особенностью Черноморского побережья оказывается высокая относительная влажность в жаркие летние месяцы, до 78%. Наиболее высокие показатели абсолютной влажности в Сочи отмечаются в период июнь – сентябрь.

В прохладное полугодие отдача тепла водной поверхностью Черного моря вызывает на побережье повышенную неустойчивость слоев воздуха,

мягкую, теплую и дождливую погоду с относительно меньшей, чем летом влажностью.

Осадки. Осадки, образующиеся у земной поверхности (роса, иней, изморось и т.д.), дают большей частью незначительное количество воды в жидком или твердом состоянии. Конденсация воды в значительных количествах происходит в результате поднятия над поверхностью земли влажного воздуха и образования облаков. При очень сильных восходящих токах и большой абсолютной влажности воздуха может конденсироваться очень большое количество воды, выпадающей на землю в виде ливня из грозовых облаков. Если вершины последних достигают очень большой высоты, где вследствие низких температур воздуха вода конденсируется в твердом виде, осадки выпадают в виде крупы, а иногда образуются более крупные куски льда в виде града.

При температурах ниже  $0^{\circ}\text{C}$  или близких к  $0^{\circ}\text{C}$  осадки выпадают в виде снега; в результате этого на поверхности земли образуется снежный покров. Поверхность, покрытая снегом, приобретает иные свойства, чем поверхность обнаженной земли: она сильнее отражает солнечные лучи, а потому почти не нагревается ими, что сказывается и на температуре воздуха. Вследствие малой теплопроводности снежный покров предохраняет верхние слои почвы от промерзания. Свежевыпавший снег отражает до 97% ультрафиолетовых лучей, что используют на некоторых горных курортах, проводя солнечные ванны и зимой. При этом, кроме прямых солнечных лучей, которые в горах особенно богаты ультрафиолетовой радиацией, большой получает и добавочное количество ее, отраженной от поверхности снега [1, с.107].

Количество осадков на побережье возрастает в направлении от Анапы к Сочи. На всем побережье на прохладный период года приходится немногим более половины общего годового количества осадков. Устойчивого снежного покрова на Черноморском побережье Кавказа не наблюдается. Число дней с туманами невелико: для Сочи в среднем за год 7 дней. Среднее число дней с грозами 1,7 за год.

Облачность. Облака задерживают часть солнечных лучей, иногда до 80 – 90%, уменьшая, нагревание земной поверхности солнцем; ночью, поглощая часть земного излучения, они препятствуют чрезмерному охлаждению земной поверхности и прилегающего к ней воздуха.

Они являются причиной выпадения атмосферных осадков, которые резко нарушают суточный ход температуры и влажности воздуха. Положительное роль атмосферных осадков заключается в том, что они очищают воздух от пыли, в том числе и бактериальной, а в жаркую погоду приятно освежают его. Если после дождя наступает прояснение, интенсивность солнечной радиации благодаря чистоте воздуха увеличивается [24, с.104].

На Черноморском побережье Кавказа, наименьшая облачность бывает летом, наибольшая зимой и весной. Наибольшая вероятность ясного состояния неба приходится на июнь – октябрь, пасмурного на январь – апрель. В летний период и в сентябре месяце вероятность ясного и пасмурного состояния неба составляет около 80%, а в августе 85% [18, с.67].

Для города Сочи и его окрестностей характерны местные ветры – фены, своеобразные теплые и сухие ветры, дующие с гор.

Температура воздуха при фене может в течение  $\frac{1}{4}$  часа измениться на несколько градусов, относительная влажность – на несколько десятков процентов независимо от времени суток. Среднее повышение температуры воздуха при фене на Кавказе достигает 8 – 5°C [12, с.45].

Ветер имеет тенденцию усиливаться днем и стихать вечером. В ясную погоду, особенно летом, скорость ветра меняется параллельно изменениям температуры. Правильный суточный ход скорости ветра наблюдают только при устойчивой ясной погоде; в пасмурную погоду, большей частью связанную с усилением циркуляционных процессов, обуславливающих изменения атмосферного давления, нарушения нормального хода температуры воздуха и другие метеорологические элементы, правильный суточный ход скорости ветра также нарушаются. В таких случаях он нередко дует с почти неизменной скоростью в течении нескольких дней.

Учитывая то обстоятельство, что ветер усиливает испарение и оказывает охлаждающее действие воздуха, на тело человека, давление ветра при значительных его скоростях может явиться весьма неблагоприятным фактором для больного на курорте (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Давление ветра на поверхность тела стоящего человека [6, с.44]

Скорость ветра (м/с)	Давление (кг)	Скорость ветра (м/с)	Давление (кг)	Скорость ветра (м/с)	Давление (кг)
2	0,4	10	6,6	25	42
4	1,0	12	9,5	-	-
6	2,4	15	14,9	-	-
8	4,9	20	29,0	-	-

Ветры здесь дуют слабые и достигают скорости в годовом ходе 2,6м/сек. Отмечаются сезонные колебания. Летом незначительные ветры, достигающие 3 – 5м/сек, днем дуют с моря, а утром и вечером с суши.

В зимний период отмечаются сильные ветры со скоростью до 15 м/сек. Одновременно с этим, при восточных ветрах, которые сопровождаются нисходящими течениями воздуха со склонов окружающих гор, в рекреационной зоне Большого Сочи наблюдается понижение относительной влажности, что вызывает меньшую относительную влажность зимних месяцев. Скорость ветра больше на склонах гор высотой до 100 м над уровнем моря и снижается в прибрежной полосе; относительная влажность у моря выше.

Зачастую роль атмосферного давления как фактора внешней среды, влияющего на человека, нередко переоценивают. Многие связывают ее с патологическими реакциями, возникающих у больных при перемене погоды. Суть влияния заключается в том, что изменение давления приводит к изменениям всех метеорологических условий, при этом приписывать наблюдающиеся патологические реакции влиянию только атмосферного давления нет оснований.

Наиболее резкие изменения атмосферного давления у земной поверхности возникают при прохождении тропических циклонов, когда давление может понизиться в течение часа на 10 – 15 мм рт. ст. и так же быстро

повыситься; при этом скорость ветра может усилиться до 80 – 90 м/сек и больше.

В средних широтах изменения давления при прохождении циклонов значительно меньше, чем под тропиками; резкие изменения его в этих широтах связаны чаще всего с грозовыми явлениями [13, с. 122].

Атмосферное давление воздуха, в зонах отдыха Черноморского побережья Кавказа возрастает в направлении с юга на север. В сезонном ходе максимум давления наблюдается зимой (январь), минимум – летом (июль). Среднегодовое давление воздуха в Сочи составляет 1015,9 мб [7, с. 327].

Среднее (нормальное) давление на уровне моря, выраженное в миллибарах, равно 1013,3 мб - 760мм (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Среднее давление воздуха (гПа) на уровне моря в городе Сочи (по многолетним наблюдениям)

МЕСЯЦЫ						Среднее давление за год
1	2	3	4	5	6	
1019,8	1018,3	1016,7	1014,9	1014,5	1012,9	Среднее давление за год
МЕСЯЦЫ						
7	8	9	10	11	12	Среднее давление за год
1010,7	1011,7	1015,4	1018,3	1019,5	1019,2	

Давление с высотой уменьшается. В приземном слое на каждые 10 метров поднятия, давление воздуха понижается на 1 мб [13, с. 328].

Также, как и для других метеорологических элементов, для показателя давления воздуха. свойственны суточные и годовые колебания, хотя по многолетним наблюдениям, установлено, что суточный ход показателя значительно отличается от хода других метеоэлементов

В течение суток отмечаются два максимума и два минимума. Первый минимум наступает в районе 3 – 4 часов ночи, а первый максимум около 9 – 10 часов утра. После чего оно снова падает, и второй минимум наблюдается в 15 – 16 часов дня и второй максимум в 21 – 22 часа вечера. Амплитуда суточных колебаний на побережье в Сочи достигает 38 миллибар. Летом дневные амплитуды меньше, чем зимой.

## 2 Оценка и методика расчетов показателей биоклимата

### 2.1 Показатели биоклимата, методика их расчета

Оценка теплового состояния человека проводится самыми разнообразными методами, целью которой является учет различных факторов влияния метеорологических условий на организм человека. По направлению изучения их можно разделить на методы температурных шкал, комплексной климатологии, методы полученные путем построения специальных приборов аналогов тела человека и теоретические, основанные на анализе теплового баланса человека.

Между тем, ни одна из выше упомянутых методов не является абсолютно совершенной или универсальной, в связи с тем, что каждая в отдельности нуждается в дальнейшей доработке уточнении, более четком физическом или физиологическом обосновании. Однако, чаще всего при оценке биоклиматологических показателей и разработках, используется метод температурных шкал и метод теплового баланса, которые наиболее просты и удобны при расчетах, как основные метеорологические элементы состояния атмосферы, оказывающие влияние на тепловое состояние человека, так и важнейшие физиологические параметры необходимые для расчетов.

Физически обоснованный расчетный метод теплового баланса тела человека, предложенный М.И.Будыко, позволяет однозначно оценить влияние климатических условий на тепловое состояние человека. Такую оценку климата можно проводить двумя путями [1, с.95].

- 1) при заданной теплоизоляции одежды и заданных метеорологических факторах рассчитывать основной, объективный показатель теплового состояния среднюю температуру поверхности тела человека;
- 2) при заданных метеорологических факторах рассчитывать теплоизоляцию одежды, обеспечивающую определенное тепловое состояние.

В своих исследованиях разные авторы используют обе эти возможности. Но при расчете температуры поверхности тела, особенно для состояний,

существенно отличающихся от комфортного, в организме могут протекать физиологические реакции, не учитываемые уравнением теплового баланса, в этом случае можно получить неверный результат [1, с. 106].

Уравнение теплового баланса применялось для расчета теплоизоляции одежды, обеспечивающей тепловой комфорт, то есть был реализован второй путь. В условиях теплового комфорта физиологические реакции проходят с наименьшим напряжением, и уравнение, моделирующее физиологический процесс, позволяет учесть физиологические параметры с большей достоверностью. Не случайно, что при этом наблюдается наилучшее совпадение расчетных и определенных экспериментально значений теплоизоляции одежды.

Под зоной теплового комфорта следует понимать такой комплекс метеорологических условий, при котором терморегуляторная система организма находится в состоянии наименьшего напряжения (или физиологического покоя), все остальные физиологические функции осуществляются в условиях, наиболее благоприятных для отдыха и восстановления сил организма после предшествовавшей рабочей нагрузки.

При изучении условий теплового баланса и теплового состояния человека наряду с метеорологическими факторами и фактором физической работы необходимо учитывать теплоизолирующее влияние одежды. Если физиологическими процессами человек может управлять в ограниченных пределах, то применение одежды значительно расширяет возможности проживания человека в различных географических широтах. Человек «научился жить во всяком климате». Используя одежду, он осуществил «переход от равномерно жаркого климата первоначальной родины в более холодные страны, где год делится на зиму и лето», и в настоящее время нет ни одной климатической зоны, в которой не обитал бы и не трудился человек [5, с. 63].

Температурные шкалы были построены в 1923-1924 гг., членами Американского общества инженеров по вентиляции и отоплению. Они проводили опыты в искусственной среде - биокамере, где определялось комплексное

воздействие на человека трех метеорологических факторов: температуры, влажности воздуха и скорости движения воздушного потока.

Первые попытки выяснить влияние метеорологического комплекса на тепловое ощущение человека были сделаны американскими исследователями Хаутоном и Яглоу, которые разработали шкалу эффективных температур (ЭТ). Эффективную температуру авторы определили как показатель ощущения тепла, которое будет испытывать человек при разных сочетаниях температуры и влажности воздуха. Основой для составления шкалы ЭТ явились данные опроса нескольких сот лиц об их тепловом самочувствии и о субъективной оценке теплового состояния среды при переходе из одной биокамеры в другую с разными температурами и влажностью.

В дальнейшем диапазон изменений тепловых свойств среды был расширен включением в число переменных факторов скорости движения воздуха. Соответствующая шкала получила название (ЭЭТ) эквивалентно-эффективных температур. При этом были предложены две шкалы таких характеристик: основная и нормальная. Обе шкалы были рассчитаны для относительно небольших скоростей ветра (до 3,5 м/с.) и для положительных температур [1, с. 115].

Нормальная шкала определяет зону комфорта для «нормально» одетого человека. Основная шкала - дает зону комфорта для обнаженного до пояса человека, не производящего никакой физической работы.

Выделена зона комфорта которая включает в себя значения ЭЭТ в диапазоне от 16,7° С до 20,6°С, для одетого человека или от 17,5°С до 21,7° С для обнаженного. В этих пределах люди чувствуют себя комфортно, т.е., терморегуляционная система организма находится в состоянии наименьшего физиологического напряжения. Шкала ЭЭТ позволяет определить зону комфорта с учетом комплексного влияния трех метеорологических величин - температуры, влажности воздуха и скорости ветра, но не принимает во внимание такой существенный фактор, как солнечная радиация. При этом отмечались следующие недостатки ЭТ и ЭЭТ: отсутствие учета влияния

радиации, отсутствие объективности в самой основе определения эффективных температур, игнорирование роли адаптации организма к климатическим и жилищным (местным) особенностям различных стран. Шкала ЭЭТ составляет основу оценки метеорологических условий внешней среды при проведении прогулок, отдыха, ходьбы в тени [1, с. 121].

Радиационный фактор /суммарная радиация/ учитывается с помощью шкалы радиационно-эквивалентно-эффективных температур, которая представляет собой комплексное выражение одновременного воздействия температуры, влажности воздуха, скорости ветра, солнечной радиации и составляет основу оценки метеорологических условий внешней среды в случае пребывания на солнце.

Советскими учеными Ремизовым Н.А., Яковенко В.Я. и Шелейховским Г.В., были построены соответствующие номограммы, позволяющие быстро получать значения ЭЭТ основное, ЭЭТ нормальное и РЭЭТ.

Вычисление ЭЭТ осуществляется по номограмме простыми действиями. По левой шкале находят значение температуры воздуха измеренного «сухим», а на правой шкале - по «смоченному» термометрам. Эти значения соединяют прямой линией, которая пересечет группу наклонных линий, соответствующие определенной скорости ветра. Определяемая величина ЭЭТ будет находиться в точке пересечения прямой линии, соединяющей отметки температуры с наклонной линией.

Чтобы вычислить РЭЭТ используют номограмму, которая представляет собой систему вертикальных линий и наклонных. Вертикальные линии - равных ЭЭТ, наклонные - линии поглощенной телом человека солнечной радиации и горизонтальные линии равной РЭЭТ [1, с.129].

Для медицинских целей очень важно оценить погоду с точки зрения ее влияния на организм человека, при этом особое место имеет установление причинно-следственных связей между изменением климато-погодных факторов и патологическими реакциями и состояниями. Медицинская оценка погоды является важным условием повышения эффективности лечения больных, что

есть одним из важных организационных принципов климатотерапии [17, с. 215].

Учитывая тот факт, что на процессы жизнедеятельности человека влияет весь комплекс гелиогеофизических и метеорологических факторов, погода в целом, соответственно оценивать ее нужно комплексно (на основе методов комплексной климатологии).

При невозможности использовать в медицинских целях традиционные классификации климата и погод решить проблему поможет оценка погодных условий с помощью одного или нескольких биометеорологических индексов, непосредственно связанных с определенной патологией и влияние погоды на человека.

Каждый биоиндекс должен отражать влияние среднего состояния атмосферы в определенном месте и показывать для каждого патологического синдрома пороги риска, при превышении которых органическая система может оказаться в стрессовой ситуации.

Группой американских ученых разработана шкала эффективных температур (ЭТ).

ЭТ учитывают совместное влияние температуры и влажности воздуха, и могут быть определены по формуле:

$$T_{\text{э}} = t + 1,57e, \quad (2.1)$$

где,  $t$  – температура воздуха, °С;

$e$  – упругость водяного пара, содержащегося в воздухе, мбар.

В оценке Российских биоклиматологов, эффективная температура соответствует величине, которая называется эффективно-эквивалентной температурой (ЭЭТ). Это такая температура, при которой в неподвижном и насыщенном влагой воздухе ощущение тепла человека такое же, как при данном сочетании трех факторов. Эффективно-эквивалентная температура является комплексным показателем ощущение тепла человека, которое

складывается под влиянием трех метеорологических факторов: температура воздуха, влажность воздуха и скорость ветра. Определяется она с помощью специальных номограмм по известной температуре сухого и смоченного термометров.

Пределы ЭЭТ, внутри которых большинство больных чувствуют себя комфортно, т. е. не испытывают ни зябкости, ни излишнего тепла, носят название зоны теплового комфорта. Границы этой зоны, строго говоря, различны для каждого индивидуума; они зависят от его возраста, пола, профессии, степени закаленности, состояния нервной системы, состояния системы кровообращения и общего состояния здоровья. Даже для одного и того же лица эти границы в разные дни могут быть различны. Они зависят и от различия в физико-географических условиях курорта и местности, откуда прибыл больной, а также от времени года, что связано с адаптацией человека к изменяющимся термическим условиям местности или сезона [16, с. 179].

Ощущение тепла является реакцией, не поддающейся объективной оценке, но метод эффективно-эквивалентных температур позволяет на каждом курорте для соответствующего контингента больных установить те средние пределы ЭЭТ, в которых большинство из них не испытывает дискомфорта ощущение тепла. Границы зоны теплового комфорта можно с успехом использовать на курортах при климатолечении.

Основной недостаток метода эффективно-эквивалентных температур состоит в том, что он не учитывает влияния на ощущение тепла лучистой энергии, а также физической подвижности. Но при введении поправок на влияние солнечной радиации метод ЭЭТ значительно расширяется в практическом использовании. В связи с этим получил распространение метод радиационно-эквивалентно-эффективных температур [14, с.148].

(РЭЭТ), который учитывает воздействие на человека четырех метеорологических факторов: температуры воздуха, влажности воздуха, скорости ветра и поглощенной радиации.

Задача учета влияния на ощущение тепла человека солнечной радиации

теоретически была решена в 1935 году Г. В. Шелейковским, но в окончательном виде представлена лишь в 1948 году. В основу решения этой задачи он положил шкалу ЭЭТ. Составил общее аналитическое выражение для ЭЭТ и ввел четвертый фактор – солнечную радиацию. Формула для расчета РЭЭТ имеет вид:

$$РЭЭТ = 125lg [1 + 0,02t + 0,001 (t - 8)(f - 60) - 0,045 (33 - t) u + 0,185p] , (2.2)$$

где,  $t$  – температура воздуха, °С;

$f$  – относительная влажность, %;

$u$  – скорость ветра, м/с;

$p$  – поглощенная поверхностью тела солнечная радиация, кал/см мин.

Здесь:

$$p = i (1 - a), (2.3)$$

где,  $i$  – интенсивность солнечной радиации,

$a$  – альbedo кожи человека.

Для определения РЭЭТ измеряются температура воздуха, влажность воздуха, движение воздуха и интенсивность солнечной радиации стандартными метеорологическими и актинометрическими приборами. Затем производится расчет ЭЭТ и РЭЭТ на основе формулы выше [1, с. 79].

Попытки связать наиболее важные факторы внешней среды, оказывающие термическое влияние на человека, в единый показатель нашли свое выражение в ряде индексов.

Существуют индексы и шкалы для оценки суровости погоды. Суровость погоды рассматривается как влияние ее на охлаждение человека, ограничивающее пребывание его на открытом воздухе и обуславливающее потребность в одежде. Она в основном определяется низкой температурой воздуха и скоростью ветра.

Одним из наиболее известных критериев оценки суровости зимней погоды является показатель Бодмана [1, с.173]. Бодман разработал шкалу баллов «жесткости погоды».

Для расчета баллов «жесткости погоды» он предложил формулу:

$$S = (1 - 0,004t) (1 + 0,272U), \quad (2.4)$$

где, S – баллы «жесткости погоды»;

U – скорость ветра, м/с ;

T – температура воздуха, °C;

Рассмотрим еще один важный индекс, с помощью которого можно оценить, с медицинской точки зрения, факторы внешней среды, применительно к здоровью человека

Эта формула была уточнена Осокиным И. М. В зависимости от величины баллов < жесткости погоды> им приняты следующие градации суровости зимы (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Характеристика величины суровости погоды

Характеристика погоды	Величина суровости погоды (S)
Несуровая, мягкая	< 1,0
Мало суровая	1,0 – 2,0
Умеренно суровая	2,1 – 3,0
Суровая	3,1 – 4,0
Очень суровая	4,1 – 5,0
Жестко суровая	5,1 – 7,0
Крайне суровая	>7,0

Еще один эмпирический показатель, подтверждающий величину Tэ. Для оценки условий тепла существуют два индекса дискомфорта (ДИ): первый, разработанный Е.Томом [1, с.143] имеет вид:

$$ДИ = 0,4 (T + T_{см}) + 4,8 \quad (2.5)$$

А второй по Дж. Танненбауму [1, с. 151]

$$DI = T + T_{см} / 2, \quad (2.6)$$

где,  $T$  и  $T_{см}$  – температура сухого и смоченного термометров соответственно, в  $^{\circ}C$ .

Оба индекса при отсутствии ветра и одинаковых тепловых нагрузках имеют наибольшее отклонение от порогового значения  $T_{э}$ , равного  $24^{\circ}C$ .

В зависимости от величины общего индекса патогенности погодные условия оцениваются как:

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

Исследования показали (9, с.43), что с увеличением отклонения скорости ветра, облачности, изменчивости температуры от оптимальных значений число возникающих реакций пропорционально не отклонению параметра от оптимального значения, а квадрату этого отклонения.

При отклонении изменчивости давления от оптимального значения число реакций так же 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.

Увеличение индекса всегда связано с более или менее резкими

изменениями того или иного метеоэлемента, или совокупность нескольких погодных параметров. Следовательно, суммарный индекс не указывает на характер изменения погоды, а показывает лишь степень раздражающего воздействия.

Например, индекс может быть равен 25 при оптимальной температуре (13 – 19 °С), но при сильном ветре (11 м/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 учитывается, то есть выявить характер изменения погоды. Это очень важно, так как рассматривая влияние на организм погоды в циклоне, нельзя отрицать ведущей роли в возникновении отрицательных реакций отдельных метеорологических элементов [14, с.144].

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

## 2.2 Оценка факторов формирования теплового баланса человека

Тепловой баланс тела человека определяется влиянием комплекса метеорологических, физиологических факторов, теплозащитных свойств одежды и физической нагрузки [9, с. 13].

К физиологическим факторам теплового баланса человека следует отнести теплопродукцию, температуру кожи и характеристику условий увлажнения поверхности кожи.

В результате многочисленных исследований было установлено, что тепловое состояние человека определяется, прежде всего, изменениями температуры кожи.

На поверхности кожи имеются около 30 тысяч тепловых и примерно 250

тысяч холодных рецепторов (нервных окончаний), которые возбуждаются термическим влиянием метеорологических факторов. Они поставляют информацию об условиях в окружающей среде в центры терморегуляции, находящиеся в головном мозге. При постоянной температуре тела температура кожи может изменяться в широких пределах – от 20 до 38 °С без значительного ущерба для всего организма.

Тепловое состояние человека характеризуется, температурой кожи не отдельных точек тела, а ее средним взвешенным размером характерным для , определенных частей тела с учетом их площади.

Пути воздействия климатических факторов на организм.

Основными путями действия климатических факторов на организм человека являются: кожа и доступные их взаимодействию слизистые оболочки; верхние дыхательные пути и легкие; органы чувств [10, с.7].

Действие климатических факторов через кожу. Кожа как часть организма, представляя собой сложный по своему анатомическому строению орган, выполняет весьма разнообразные функции, прежде всего барьерные, и ограничивает внутреннюю среду организма от внешней среды. С помощью рецепторных приборов кожа воспринимает все раздражения, идущие от воздушной среды и солнца.

Однако кожа является не только передатчиком термических, механических и других раздражений, но и сама под влиянием климатических факторов становится местом активных биологических процессов. Помимо кожи, важную роль в восприятии раздражений являются слизистые полости рта, носа и особенно верхних дыхательных путей, а также легкие. Раздражая заложенные здесь рецепторы, климатические факторы обуславливают развитие сложных рефлекторных реакций. Последние при этом выходят далеко за пределы верхних дыхательных путей и легких, отражаясь на функции многих других физиологических систем.

Расположенные в этих слизистых оболочках рецепторы воспринимают не только термические и механические раздражения, но и изменения влажности

воздуха [6, с. 45].

Действие через органы чувств. На восприятие зрения, определенное влияние оказывают солнечное сияние, прозрачность воздуха, облачность, туманы (таблица 2.2) [8, с. 73].

В воздействии на орган слуха принимают активное участие такие явления, как гроза, бури метель шум моря, горных рек и т. п.; кроме того, на орган слуха оказывают значительное влияние и факторы внешней рекреационной среды.

Известно, что очень благоприятное влияние на органы обоняния, оказывают чистый воздух, с определенными параметрами влажности, с оптимальной скоростью движения ветра, различные запахи морской воды, речной прохлады, прозрачность и чистота озер, красота окрасок лесов, лугов, садов и т.д. [16, с. 143].

Таблица 2.2 – Соотношения между субъективными оценками ощущения тепла человека и средней температурой кожи

Температура кожи, °С	Теплоощущение
27,8 – 28,8	Холодно
28,9 – 29,9	Очень прохладно
30,0 – 32,1	Прохладно
32,2 – 33,2	Комфорт
33,3 – 34,2	Тепло
34,3 – 35,5	Жарко
35,6 и выше	Очень жарко

В обычных условиях примерно 10% поверхности кожи влажные. В жарких условиях вся поверхность влажная. Условия увлажнения кожи функционально связаны с температурой кожи. Эта зависимость показана на графике ниже (рисунок 2.1.).

Из рисунка 2.1 видно, что в тепловых условиях главная роль в расходовании тепла с поверхности тела имеет испарение, выраженное через показатель увлажнения кожи «а».

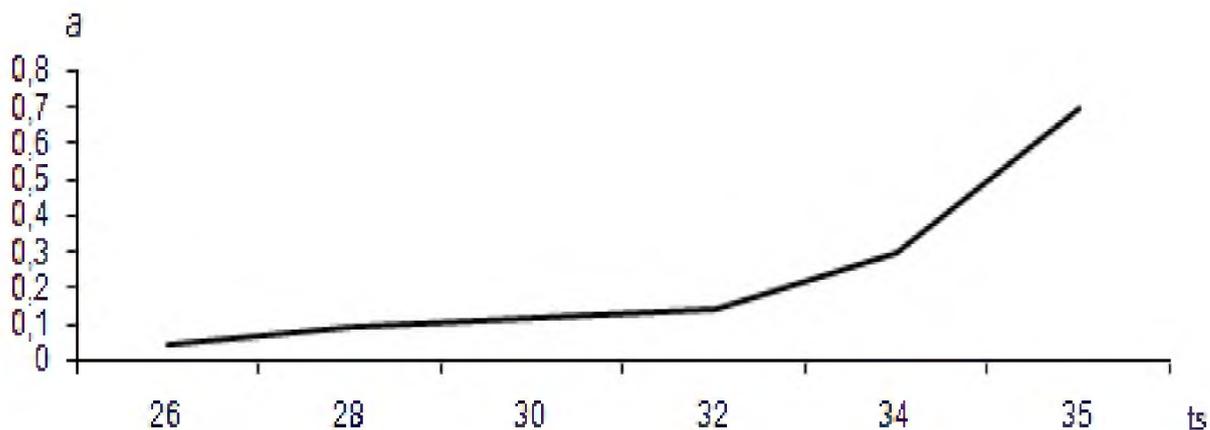


Рисунок 2.1 – Зависимость степени увлажнения поверхности тела (*a*-в долях единицы) от температуры кожи ( $t_s$  °C)

Теплозащитные свойства одежды. Роль одежды состоит в снижении потери тепла с поверхности тела и защите ее от чрезмерного влияния солнечной радиации.

Теплозащитные свойства одежды не зависят от природы волокна тканей. Они определяются количеством инертного воздуха, содержащегося между волокнами тканей [4, с.173].

Оценка теплопроводных свойств одежды может быть выполнена с помощью измерений или расчета коэффициента, характеризующего диффузию тепла в одежде. В настоящее время в биоклиматических исследованиях показателей теплоизоляционных свойств одежды принята «единица КЛО».

С помощью одежды, теплоизоляция которой компенсирует большую часть теплотерь, действие низких температур окружающей среды значительно смягчается.

Величина КЛО (от английского – clothing - одежда) соответствует теплоизоляции, создаваемой обычной одеждой, которую носят в помещении работники умственного труда, находящиеся в условиях теплового комфорта при температуре воздуха 18°C, а также при средней взвешенной температуре кожи, равной 33°C, и теплопродукции 50 ккал/ч. такую теплоизоляцию имеет комплект одежды, состоящий из шерстяного костюма и белья (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Значения чисел КЛО для различных типов одежды

Числа КЛО	Тип одежды
0,5	Летняя легкая
1,0	Летняя (комплект белья и шерстяной костюм)
1,5	Летнее пальто
2,0 – 2,5	Демисезонная
3,0 – 3,5	Зимняя
4,0 – 4,5	Арктическая
5,0 – 6,0	Утепленная арктическая

Физическая величина единицы КЛО равна 0,18 ккал/м град [2, с.1 46].

### 3 Комплексная биоклиматическая характеристика города Сочи

#### 3.1 Биоклиматическая характеристика города Сочи

В биоклиматических исследованиях и в практике курортологии в нашей стране и за рубежом до настоящего времени используются эмпирические методы, один из них: метод эффективных температур (ЭТ) с помощью которой можно получить эту теоретическую температуру.

Важную роль в климатолечении играет метод «воздушных ванн» - это использование климатических факторов, когда на обнаженное тело человека воздействует воздушная среда в спокойном или движущимся ее состоянии. В холодный период года метод воздушных ванн не используется.

Подсчитав и усреднив первоначально среднемесячные значения температуры воздуха и абсолютной влажности по курорту Сочи, можно подсчитать эффективные температуры средний за каждый месяц. По этим значениям построен рисунок 3.1 зависимости влияния температуры и влажности воздуха на человека в разные месяцы года.

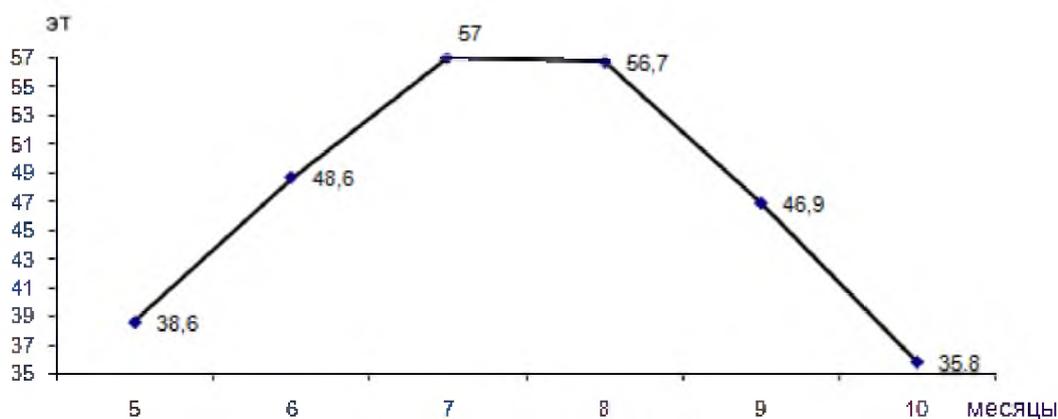


Рисунок 3.1 – Зависимость эффективной температуры от месяца года за теплый период (май – октябрь) [23, с.139]

Из рисунка 3.1 видно, что в городе курорте Сочи принятие воздушных ванн в целях климатолечения имеет наибольший эффект в июле – августе.

При использовании в практике курортологии эмпирических методов существуют еще две теоретических температуры, которые можно использовать

как комплексные показатели ощущение тепла человека – это эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), которая складывается под влиянием трех метеорологических факторов: температуры и влажности воздуха, скорости ветра; радиационно – эквивалентно-эффективной температуры (РЭЭТ), которая учитывает воздействия на человека, помимо трех метеорологических факторов, поглощенную солнечную радиацию.

Так же, как эффективная температура, ЭЭТ и РЭЭТ имеют наибольший эффект в теплый период года.

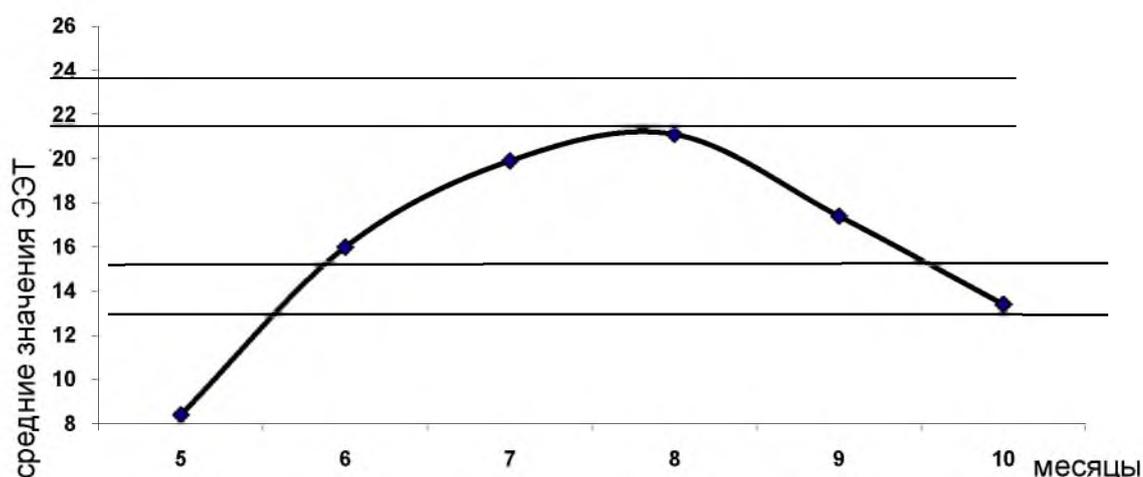


Рисунок 3.2 – Средние величины ЭЭТ в ясные солнечные дни теплого полугодия г.Сочи на центральном лечебном пляже Сочи (1986 – 2015 гг.)

Из рисунка 3.2, видно, различие воздушных ванн: холодные (ЭЭТ ниже 14 °C), прохладные (ЭЭТ от 14,1 до 16 °C) комфортные (ЭЭТ от 16,1 до 22 °C), теплые (ЭЭТ от 22,1 до 24 °C) и жаркие (ЭЭТ выше 24 °C); холодные и жаркие воздушные ванны с лечебной целью не используются [5, с.98].

Систематическое применение воздушных ванн оказывает на организм выраженное закаливающее действие. Такое их влияние вполне понятно, если учесть конкретную обстановку, в которой происходит прием воздушных ванн. Обнаженное тело человека, освобожденное стесняющей его, порой весьма не гигиеничной одежды, подвергается непосредственному воздействию комплекса метеорологических факторов.

При этом человек дышит чистым, свежим воздухом. В результате

комплексного воздействия климатических факторов в организме развиваются более или менее выраженные сдвиги в различных физиологических системах. Необходимо при этом отличить, что в зависимости от ЭЭТ ответные реакции организма со стороны различных органов и физиологических систем могут быть различны, как в смысле своего характера, так и их выраженности.

Поэтому приступают к проведению воздушных ванн на открытом воздухе при ЭЭТ зоны комфорта, а так как воздушные ванны назначают для закаливания, то необходимо переходить от зоны комфорта к зоне охлаждения [5, с. 102].

Под влиянием систематического применения воздушных ванн улучшается функциональное состояние нервной системы, возрастает бодрое, жизнерадостное настроение и прекрасное самочувствие, повышается защитные свойства организма, улучшается состав крови в виде увеличения числа эритроцитов и содержания гемоглобина.

Наряду с улучшением общего состояния исчезают и местные патологические очаги, если они имелись.

Охлаждающее действие воздушной среды при одновременном влиянии температуры воздуха, его влажности и ветра при солнцелечении принято определять по основной шкале эффективно-эквивалентных температур с учетом теплового влияния радиации, т. е. радиационно-эффективно-эквивалентной температурой.

Солнечная радиация оказывает глубокое и разностороннее влияние на человека и ее широко применяют на курорте Сочи при лечении ряда заболеваний. Солнечная ванна оказывает лечебное действие солнечной радиацией, при которой дозированному облучению солнечными лучами подвергают всю обнаженную поверхность кожи человека (общая солнечная ванна) или какой-либо определенный ее участок (местная ванна) [5, с.189].

Из рисунка 3.3 видно, что высокая роль РЭЭТ приходится на август затем июнь, июль характеризующиеся высокой суммой прямой солнечной радиации и максимальной скоростью ветра, вызывает определенный дискомфорт. В мае,

сентябре и октябре РЭЭТ находится в зоне комфорта – это самые мягкие месяцы для приема солнечных ванн [5, с. 227].

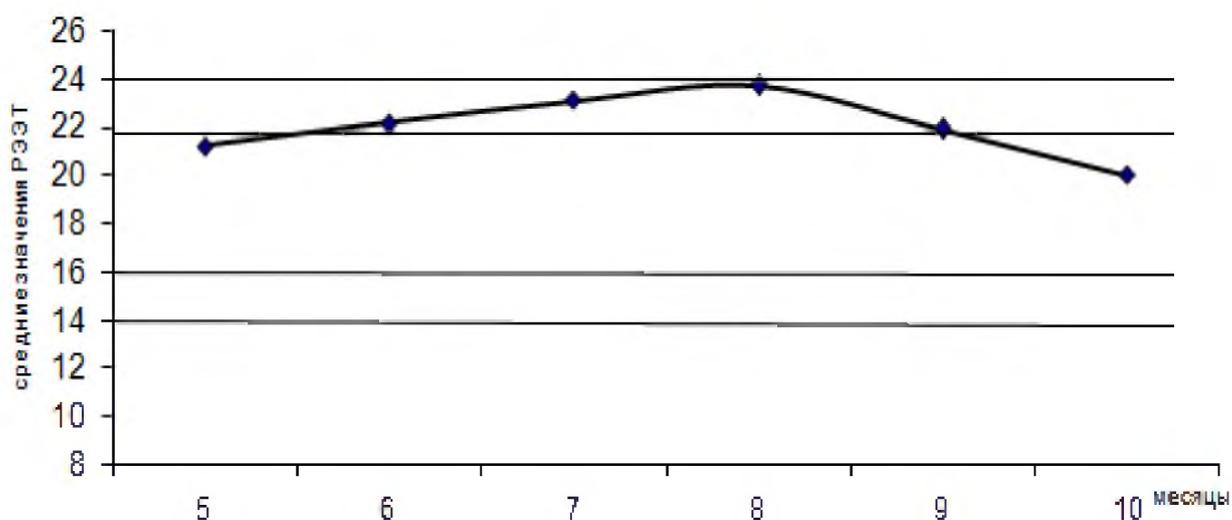


Рисунок 3.3 – Средние величины РЭЭТ теплого полугодия г.Сочи на центральном пляже Сочи (1996 – 2015 гг.)

Различные природные факторы внешней среды, которые используют в лечебных и профилактических целях, в зависимости от природы и происхождения, можно разделить на три основные группы: космические, атмосферные или метеорологические, и земные [7, с. 91].

К космическим факторам относят: радиацию солнца и неба, смену дня и ночи, смену времени года, космическое излучение.

К атмосферным, или метеорологическим относят: физические и химические свойства воздуха, в частности его физическую и химическую чистоту, температуру, влажность и движение воздуха (ветер), атмосферное давление, величину и род осадков (дождь, снег), облачность, туманы и т. д.

К земным факторам, относят географическое расположение местности, ее геологические и ландшафтные особенности, в том числе растительность, особенности почвы, наличие водоемов.

Основными путями действия климатических факторов на организм человека являются: кожа и доступные их взаимодействию слизистые оболочки; верхние дыхательные пути и легкие; органы чувств [8, с.67].

### 3.2 Комплексная оценка метеорологических факторов

Вопрос об интенсивности ветра в каждом конкретном случае приходится разрешать с учетом воздействия сложного комплекса элементов физической среды – температуры воздуха, его влажности, скорости ветра, а также радиационного обмена человеческого тела с окружающей средой [4, с. 102].

Для оценки ветра на человека существует метод эффективно-эквивалентных температур, который в настоящее время широко используется в практике. Анализируя этот метод, получаем, что характеристика теплового режима воздушной среды при помощи эффективно-эквивалентных температур с учетом солнечной радиации – ценный метод оценки состояния воздушной среды и ее влияния на теплообмен организма.

Одинаковые ощущение тепла человеком можно испытывать при самых различных сочетаниях температуры, влажности воздуха и скорости ветра.

В тени, в неподвижном, насыщенном водяными парами воздухе ощущение тепла человека зависит только от изменения его температуры. В этом случае при повышении температуры человек будет ощущать увеличение тепла, а при снижении температуры – охлаждение.

В ненасыщенном влагой, неподвижном воздухе ощущение тепла будет уже зависеть от комплексного влияния его температуры и влажности. При низких температурах воздуха увеличение влажности будет повышать теплоотдачу с поверхности кожи (повышение теплопроводности воздуха) и усиливать ощущение холода. При высоких температурах повышение влажности воздуха будет затруднять теплоотдачу путем испарения, усиливает ощущение жары, и снижение влажности, усиливая теплоотдачу, ослабляет ощущение жары.

Таким образом, в практике можно нередко встретиться с факторами, когда повышение температуры воздуха при одновременном снижении его влажности не изменит ощущение тепла человека и, наоборот, при одной и той же температуре, но различной влажности воздуха условия теплоотдачи, а

следовательно, и ощущение тепла будут меняться.

Ряд сочетаний температуры и влажности воздуха, при которых эффект воздействия на величину теплоотдачи и ощущение тепла будет одинаковым, принято выражать в градусах температуры неподвижного, не насыщенного водяными парами воздуха, оказывающего такой же эффект воздействия на теплоотдачу, что и данное сочетание; их обозначают как градусы эффективной температуры.

Так, неподвижный воздух с влажностью 50% при температуре 20,7 °С будет так же влиять на теплоотдачу и ощущение тепла, как и насыщенный воздух (влажность 100%) при температуре 17,8°С. В обоих этих случаях эффективная температура будет равна 17,8 °С.

В подвижном воздухе (при ветре) интенсивность теплоотдачи с поверхности тела, а следовательно, и ощущение тепла будут зависеть не только от температуры и влажности воздуха, но и от скорости его движения, которое, как показано выше, как правило, значительно усиливает теплоотдачу.

И здесь возможны самые разнообразные комбинации температуры, влажности и скорости движения воздуха, при которых его охлаждающее действие, а, следовательно, и влияние на ощущение тепла будут одинаковыми (таблица 3.1) [5, с. 145].

Таблица 3.1 – Различные сочетания температуры, влажности воздуха и скорости ветра

Температура воздуха (градусы)	Относительная влажность воздуха (%)	Скорость ветра (м/сек)
20,0	100	0,0
24,6	100	3,0
27,0	40	3,0

С помощью показателя Бодмана можно определить «жесткость погоды», используя средние годовые температуры воздуха и средние годовые скорости ветра [1, с. 89]. Подставляя данные рассчитываем показатель по формуле:

$$S = (1 - 0,004t) (1 + 0,272U) , \quad (3.1)$$

получаем  $S = 1,6$  балла

Показатель выше единицы. Это значит, по критерию Бодмана зима в Сочи является малосуровой. При орографическом огибании хребта Кавказа холодным фронтом происходит одновременное вторжение холодного воздуха с запада и востока (температура воздуха опускается до  $-2 - 4$  °С). и еще при полярном вторжении холодного антициклона в южные широты и беспрепятственном обвале холодного воздуха с северо-запада через открытое море – возможны интенсивные похолодания, когда абсолютный минимум в районе Сочи доходит до  $-15$  °С. при обеих ситуациях скорость ветра резко возрастает до  $15 - 20$  м/с.

Показатель Бодмана ниже двух баллов, так как общий фон температур воздуха выше нуля, среднемесячная скорость ветра в теплый период не превышает трех метров в секунду.

В условиях, когда большая часть года отличается высокими температурными нагрузками, не исключается возможность целесообразности рассмотрения вопроса о теплоизоляции одежды, которая обеспечивает тепловой комфорт в прохладное время года и защиту в жаркое время года [2, с.172]

Известны значения чисел КЛЮ для различных типов одежды, рассчитан по этим значениям коэффициент, характеризующий средние теплопроводные свойства одежды, обеспечивающей поддержание теплового комфорта при различной погоде.

$$D = 0,53/\text{число КЛЮ см/сек}, \quad (3.2)$$

Расчет:

$$D = 0,53/0,5 = 1,06 \text{ см/с}, \text{ – для легкой летней}$$

$$D = 0,53/1,0 = 0,53 \text{ см/с}, \text{ – для летней (комплект белья и шерстяной)}$$

костюм)

$$D = 0,53/1,5 = 0,35 \text{ см/с} , - \text{ летнее пальто}$$

$D = 0,53/2,5 = 0,21$   $0,53/2 = 0,27$  , от 0,21 до 0,27 см/с – демисезонная одежда

$$D = 0,53/3,0 = 0,18$$
  $0,53/3,5 = 0,15$  , от 0,15 до 0,18 см/с – зимняя одежда

$D = 0,53/4,0 = 0,13$   $0,53/4,5 = 0,12$  , от 0,12 до 0,13 см/с – арктическая одежда

$D = 0,53/5,0 = 0,11$   $0,53/6,0 = 0,09$  , от 0,09 до 0,11 см/с – утепленная арктическая одежда.

Оценка теплоизоляции одежды, обеспечивающей тепловой комфорт имеет большое роль, так как обеспечение одеждой, соответствующей погоде, является важным фактором нормализации терморегуляции человека, способствующей сохранению здоровья человеку.

Индекс патогенности для Сочи определяется для всех месяцев года. В качестве исходной информации использовались данные о среднесуточной температуре воздуха, среднесуточной влажности воздуха, среднесуточной скорости ветра, среднесуточном количестве облачности (по гелиографу), о межсуточной изменчивости атмосферного давления и межсуточной изменчивости температуры воздуха. При вычислениях были взяты их среднемесячные многолетние значения.

Были рассчитаны частные индексы патогенности по перечисленным выше параметрам и суммарный индекс патогенности по основным метеорологическим факторам (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Значения частных индексов патогенности и суммарного индекса погоды по основным метеорологическим факторам в Сочи в разные месяцы

Индекс $i$	Индекс $i_t$	Индекс $i_h$	Индекс $i_u$	Индекс $i_n$	Индекс $I_t$	Суммарный индекс $I$
1	2,9	1,00	2,20	6,00	4,60	16,7
2	2,8	0,50	2,20	6,00	4,60	16,1
3	1,9	1,50	1,80	6,00	4,30	15,5
4	0,8	2,50	1,30	6,00	4,30	14,9
5	0,1	4,00	1,00	5,90	2,70	13,7

Продолжение таблицы 3.2

6	0,1	3,50	1,00	5,90	1,90	12,4
7	0,5	3,50	0,90	5,90	1,20	12,0
8	0,5	3,00	0,90	5,90	1,50	11,8
9	0,1	2,50	1,00	5,90	2,40	11,9
10	0,1	2,00	1,20	5,90	3,70	12,9
11	0,8	0,50	1,60	6,00	4,30	13,2
12	1,9	0,50	2,20	6,00	4,60	15,2

Годовой ход суммарного индекса приведен на рисунке 3.4, позволяет определить даты перехода индекса патогенности через границы установленных градаций.

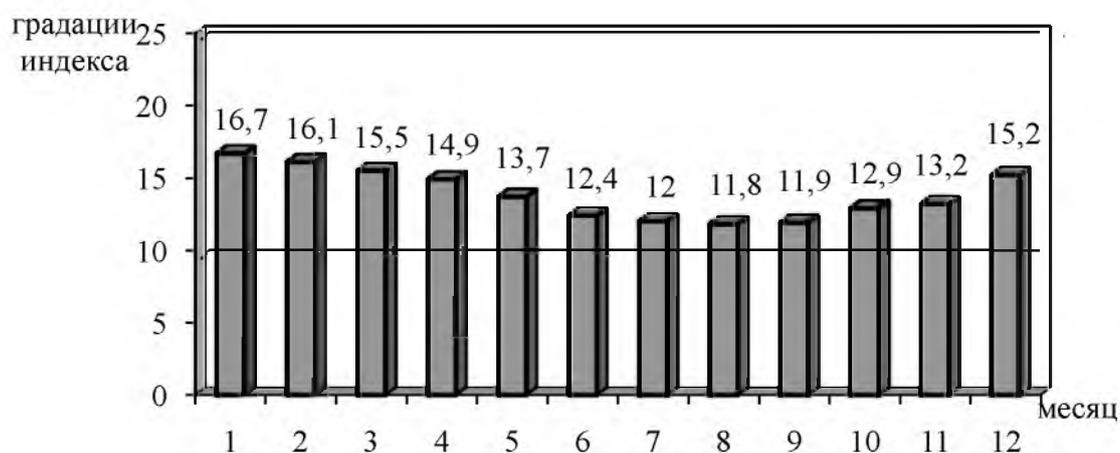


Рисунок 3.4 – Средние многолетние значения индекса патогенности по станции Сочи (с 1986 – 2015 гг.)

Значения представленные в таблице 3.2 и на рисунке 3.4 свидетельствуют о том, что величина суммарного индекса патогенности в течении года изменяется в пределах градации «раздражающей» погоды. В зимние месяцы наблюдается небольшие значения индекса, поэтому погодные условия в этот сезон можно оценить как очень раздражающие (в соответствии с рассмотренными ранее градациями индекса).

Максимальное роль индекса имело место в январе, то есть в этом месяце погода оказывает наибольшее раздражающее воздействие на организм человека. Далее происходит уменьшение величины суммарного индекса

патогенности с 17,9 (март) до 14,7 (май), что позволяет оценивать погодные условия как менее раздражающие. Это говорит о некотором снижении степени неблагоприятности погоды в весенний период.

С июня по август месяц значения индексов патогенности имеют наименьшее роль и максимально приближены к оптимальным условиям погоды – это погода с минимальной вероятностью отрицательной метеотропной реакцией организма. После августа величина индекса снова начинает расти, то есть увеличивается риск возникновения негативных реакций [11, с.74].

Анализ частных индексов патогенности позволяет установить, какие из метеовеличин играют ведущую роль в возникновении отрицательных реакций организма.

Суммарный индекс увеличивается в основном за счет двух факторов: температуры и влажности воздуха. Значения частных индексов, учитывающих эти параметры, меняются в течение года, особенно это относится к частному индексу патогенности по температуре.

Максимальные значения индекса патогенности по температуре отмечаются в январе. В период с мая по июнь и сентября по октябрь значения индекса очень малы, то есть максимально приближены к нулю. Свой особенный годовой ход имеет индекс патогенности по относительной влажности: наибольших значений он достигает в мае, а наименьших в феврале, ноябре и декабре.

Май, самый влажный месяц в году – это объясняется морскими туманами, паводками на реках и продолжительными весенними дождями. В ноябре температура воздуха опускается к 0 °С, а в декабре и феврале она колеблется чаще ниже нулевой отметки. В результате неизбежны заморозки и дожди чередующимися снегопадами.

Таким образом, температура и влажность в разное время года оказывают наиболее сильное воздействие на организм человека: температура в зимние месяцы, а влажность в весенне-летний период.

Остальные частные индексы достаточно малы по величине в сравнении с

частными индексами по температуре и относительной влажности воздуха и обладают практически постоянными значениями в течение всего года. Роль этих индексов и связанных с ними метеофакторов в возникновении отрицательных реакций весьма незначительна.

Очевидно, что многолетние значения метеопараметров сглаживают реальные погодные ситуации, тем не менее, данный индекс в первом приближении позволяет дать оценку погодных условий с точки зрения биометеорологии, а также оценить роль отдельных факторов погоды в возникновении негативных реакций [19, с.138].

Все полученные суммарные индексы за 12 месяцев колеблются в пределах «раздражающей погоды». Поэтому климат влажных субтропиков Сочи не подходит для больных с рядом заболеваний. Это важно учесть при климатолечении [19, с. 97].

Особенно острая реакция у людей вызывает душная погода. Этот показатель наблюдается, при условии повышения парциального давления водяного пара хотя бы в один из сроков наблюдения более 18.8 гПа и одновременной температуре воздуха выше 20°C. Результаты изучения повторяемости возможных числа лет с наибольшей суточной амплитудой температуры воздуха приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Наибольшая суточная амплитуда температуры воздуха (°C), возможная 1 раз в заданное число лет

Сезон	Период повторения, число лет				
	2	5	10	20	50
Лето	19,9	21,5	22,3	23,0	24,7
Зима	20,5	23,5	25,2	27,0	29,2

Судя по данным представленной таблицы видно, что в самые жаркие месяцы (июль-август), суточная амплитуда температуры выше 20°C встречается каждые 5 лет, хотя и заметно некоторое увеличение душных ситуаций в дневные часы, потому что, когда духота становится устойчивой, она в

большинстве случаев не прерывается и на ночь.

Установлено, что в Сочи за летний период, число душных дней достигает до 50, т.е более 1,5 месяца, что в общем не мало. В 80% случаев они наблюдаются в июле-августе, однако не редко они встречаются в мае, и в сентябре, когда таких дней насчитывается 2-3 и 4-8 соответственно (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Повторяемость числа душных дней с мая по сентябрь

Характеристика	V	VI	VII	VIII	XI
Число дней	1,5	15,5	25,0	28,5	4,5
Повторяемость, %	1.8	20	35	38	6

Особенно тяжело переносится круглосуточная духота, так в августе 2014 г. духота отмечалась в течение 19 дней с 9 часов до 21 часа, а 7 дней в месяц душно было круглосуточно. Учитывая, что еще 4 дня духота наблюдалась по 3-9 часов в сутки, то август следует считать полностью душным. Такая характеристика августа подтверждается и средними многолетними данными суточного хода душных ситуаций (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Среднее число душных состояний погоды в отдельные часы суток

Месяц	Время, час.						
	0	6	9	12	15	18	21
IV	0	0	0	0	0	0	0
V	1	1	0,5	0	0,5	1	1
VI	2	0	3	3	3	2	3
VII	7	4	12	10	7	8	6
VIII	13	7	16	18	16	18	14
XI	0	0	1	1	1	1	0
X	0	0	0	0	0	0	0

В суточном ходе самыми благоприятными, являются предутренние часы, с 0 до 6 часов утра, когда духота наблюдается редко.

Из физиологических ощущений, значительное влияние на организм оказывают колебания атмосферного давления, вызывая нестабильность артериального давления и другие нездоровые функции человека. Более резкие нестабильные показатели давления отмечены зимой, хотя нельзя исключить повторяемость их и в теплый период времени, или в переходные месяцы (апрель, октябрь), когда давление в сутках может изменяться на 11-16 гПа. Между тем в 30-60% в переходные месяцы и в 58-64% в летний период, давление изменяется всего в пределах 2 гПа, которое не вызывает отрицательных реакций организма человека.

## Заключение

Географическое положение города (наличие незамерзающего Черного моря, Кавказского хребта) благоприятствует формированию уникального климата, способствующего эффективному климатолечению. Это подтверждено количественными показателями биоклимата, рассчитанными в данной работе для данного региона.

Климат влажных субтропиков не подходит круглый год для всех людей, которые хотели бы отдохнуть или пройти курс лечения в здравницах Сочи, больными сосудистыми заболеваниями (инфаркт миокарда, инсульт головного мозга) не рекомендуется приезжать в месяцы с резкими перепадами метеовеличин. В результате выполненных исследований сделаны основные выводы:

1. При расчетах эквивалентно эффективной температуры города курорта Сочи, установлено различие воздушных ванн: холодные (ЭЭТ ниже 14 °С), прохладные (ЭЭТ от 14,1 до 16 °С) комфортные (ЭЭТ от 16,1 до 22 °С), теплые (ЭЭТ от 22,1 до 24 °С) и жаркие (ЭЭТ выше 24 °С); холодные и жаркие воздушные ванны с лечебной целью не используются. Принятие воздушных ванн имеет наибольший эффект в июле – августе.

2. Высокая роль РЭЭТ выражающая высокую сумму прямой солнечной радиации с максимальной скоростью ветра, приходится на август, затем июнь, июль, которые вызывают определенный дискомфорт. В мае, сентябре и октябре РЭЭТ находится в зоне комфорта – это самые мягкие месяцы для приема солнечных ванн.

3. Индекс патогенности погоды, характеризующий суммарное влияние температуры, ветра, облачности, осадков и т. д. составляет в Сочи от 11,8 в июне-августе до 16,7 в январе. Зимой погода близка к раздражающему типу погоды. Уменьшение показателя с 17,9 в марте до 14,7 в мае, оцениваются как менее раздражающие, а с июня по август, максимально приближены к оптимальным условиям погоды. После августа величина индекса растет, и

увеличивается риск возникновения негативных реакций.

4. Анализ метеовеличин показателя суровости погоды в зимний период по Бодману свидетельствует, что климат Сочи относится к типу малосуровый (показатель меньше 1,0), поэтому зимний период благоприятен для климатолечения ряда заболеваний;

5. Оценка теплозащитных свойств одежды, обеспечивает тепловой комфорт, имеющий большое роль, так как снабжение одеждой, соответствующей погоде, является важным фактором нормальной терморегуляции человека, способствующей сохранению здоровья (для Сочи в зимний период 2,0-2,5 КЛЮ, в летний период 0,5 КЛЮ);

6. Повторяемость медицинских типов погоды в Сочи показывает наибольшую долю процента (54%) на первый тип погоды (весьма благоприятная погода), 29% на второй тип погоды (благоприятная погода), 12% на третий тип погоды (неблагоприятная погода), 5% на четвертый тип погоды (особо неблагоприятная погода) что важно для климатолечения и биометеорологии;

7. Важную роль в климатолечении играет составление медицинских прогнозов и определение типов погоды для соблюдения больными санаториев и пансионатов, необходимого режима и предотвращения метеотропных реакций. Совершенствование методов прогнозирования погоды, повышение оправдываемости, медицинских типов по морфодинамической классификации (до 98%) позволяет осуществлять на курортах комплексную метеопрофилактику на строго научных началах.

С тем, чтобы наиболее полно использовать уникальность курорта Сочи в лечебных целях: необходимо расширить область изучения климата, обновить оборудование, профинансировать разработку более точных и эффективных методик использования климата в медицинских целях. Развивая эти основные аспекты, город Сочи сможет более полно предоставить свои услуги в сфере отдыха и лечения.

## Список использованной литературы

1. Андреев, С.С. Человек и окружающая среда / С.С. Андреев. – Ростов н/д: Изд-во СКНЦ ВШ АПСН, 2005. – 271 с.
2. Атмосфера и здоровье человека / под ред. Л.Н. Карлина, К.Ш. Хайрулина. – СПб.: Гидрометеиздат, 1998. – 198 с.
3. Бокша, В.Г. Справочник по климатологии. – Киев: Здоровья, 1989. – 203 с.
4. Бокша, В.Г., Богуцкий, Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. – Киев: Здоровья, 1980. – 262 с.
5. Водолажская, М.Г., Непронова, О.О. Влияние погодных факторов на функциональное состояние сердечнососудистой системы юных спортсменов // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – СПб., 2004. – 294 с.
6. Воложин, А.И., Субботин, Ю.К. Адаптация и комплексно-универсальный механизм приспособления. – М.: Медицина, 1987. – 68 с.
7. Воронин, Н.М. Основные принципы и методики климатолечения. – М.: изд-во «Медицина», 1995. – 416 с.
8. Гавриков, Н.А., Романов, Н.Е., Утехина, В.П. Наставление для врачей – курортологов по талассотерапии на Черноморском побережье Кавказа при заболеваниях сердечнососудистой системы. – Сочи: изд-во Сочи, 2001. – 185 с.
9. Головина, Е.Г., Русанов, В.И. Некоторые вопросы биометеорологии. – СПб.: изд-во РГГМИ, 1993. – 90 с.
10. Григорьев, И.И. Методические указания по медицинской классификации погод и профилактике метеотропных реакций. – Сочи: изд-во Сочи, 1984. – 8 с.
11. Джендритский, Г., Менц, Г. Биоклиматические карты теплообмена тела человека в различных масштабах. В кн.: Климат и здоровье. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 252 с.

12. Здоровье населения и здравоохранение Краснодарского края в 2015 году / Государственное учреждение здравоохранения Медицинский информационно-аналитический центр департамента здравоохранения Краснодарского края. – Краснодар, 2016. – 115 с.
13. Злобин, В.И., Данчинова, Г.А., Сунцова, О.В., Бадиева, Л.Б. Климат как один из факторов, влияющих на уровень заболеваемости клещевым энцефалитом. В кн.: Изменение климата и здоровье России в XXI веке. – М.: Издательское товарищество «АлмагТ», 2004. – С. 121-125.
14. Келлер, А.А. Медицинская экология / А.А. Келлер, В.И. Кувакин. – СПб.: «Петроградский и КО», 1998. – 256 с.
15. Королев, А.А. Оценка риска ухудшения состояния здоровья населения в связи с воздействием факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 1994. – № 2. – С. 11-13.
16. Малхазова, С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. – М.: Научный мир, 2001. – 240 с.
17. Медико-географические аспекты оценки уровня здоровья населения и состояния окружающей среды / под ред. И.И. Барышникова и др. – СПб., 1992. – 264 с.
18. Нагалецкий, В.Я. О признаках экологического кризиса Черноморского побережья Краснодарского края // Социально-экологические проблемы Кубани: материалы конф. – 1991. – С. 66-68.
19. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные / под ред. Пильникова З.Н. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 725 с.
20. Пелина, А.Н. ГИС-технологии в изучении расселения населения Краснодарского края / Географические исследования Краснодарского края: материалы науч. тр. – Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2011. – Вып. 2. – 264 с.
21. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 672 с.
22. Прохоров, Б.Б. Медико-экологическое районирование и региональный

- прогноз здоровья населения России. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1996. – 72 с.
23. Семенова, А.Н. Заболеваемость населения Краснодарского края: Географический аспект / Географические исследования Краснодарского края: материалы науч. тр. – Краснодар: Куб. госуниверситет, 2012. – Вып. 3. – 205 с.
24. Сергин, С.Я., Яйли, Е.А., Цай, С.Н., Потехина, И.А. Климат и природопользование Краснодарского Причерноморья. Монография. – СПб.: изд. РГГМУ, 2001. – 188 с.
25. Серентино, У. Метеорологические и климатологические индексы и их использование в связи с климатической и биоклиматической классификацией // Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП: Климат и здоровье человека. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – Т.1. – С. 160-173.
26. Утехина, В.П. Медицинские прогнозы погоды и комплексная профилактика метеотропных реакций в санаторно-курортных учреждениях. – Сочи: изд-во Сочи, 1987. – 28 с.
27. Физическая география Краснодарского края: учеб. пособие. / под ред. А.В. Погорелова. – Краснодар, 2000. – 188 с.
28. Хенштел, Г. Крупномасштабная и локальная классификация климата с точки зрения биометеорологии человека // Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП: Климат и здоровье человека. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – Т. 1. – С. 139-160.
29. Чумаковский, Н.Н. Экология Кубанского региона: учеб. – Краснодар: изд-во Кубанского социально-экономического института, 2015. – 316 с.