

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

Исследование биоклиматических индексов в некоторых городах России

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

студента (ки) 4 курса 411 группы

направления (специальности) 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Таракановой Алены Витальевны

Научный руководитель

к.г.н., доцент

Н.В. Короткова

Зав. кафедрой

к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

Саратов 2020

Введение. Климат является важным составляющим природно-биологической среды.

Изучение влияния метеорологических элементов на состояние человека является важным научным направлением. Имея информацию о продолжительности периодов люди могут проживать на разных территориях с учётом влияния климата. Таким образом, правильно планировать время работы и отпуска, выбирать оптимальные теплозащитные свойства строений и одежды.

Проблемы влияния изменения окружающей среды на здоровье человека рассматривает Всемирная метеорологическая организация, которая разработала Всемирную климатическую программу (ВКП) [1]. Также проходит изучение изменения климата в крупных городах и промышленных районах. Это изучение необходимо для понимания как эти изменения могут повлиять на здоровье человека.

В последние годы всё большее количество людей становятся метеочувствительными [2]. К таким последствиям приводят множество разных факторов. Это может быть незакаленность, нетренированность, неправильное питание и режим сна и другие индивидуальные факторы. Но все эти причины носят временный характер.

Для того чтобы корректно оценить влияние климатических факторов были разработаны биоклиматические индексы. Для изучения индексов и их влияния было выбрано 12 городов. Выбор городов был осуществлён с учётом их расположения возле водных объектов, расположение по климатическим районам, как по широте, так и по долготе. Эти города: Архангельск, Астрахань, Владивосток, Волгоград, Игарка, Иркутск, Оймякон, Омск, Петропавловск-Камчатский, Санкт-Петербург, Салехард и Якутск.

Цель данной работы:

- Расчет и анализ биоклиматических индексов
- Провести сравнение биоклиматических индексов и сделать вывод, где более комфортный климат для человека.

Основное содержание работы. Биоклиматические индексы в физическом отношении характеризуют особенности тепловой структуры среды и являются косвенным индикатором состояния теплового поля, окружающего человека [4]. Биоклиматические индексы рассчитываются для здоровых людей проживающих в разных климатических районах. Исследование влияния метеорологических факторов на человека производится на основании использования различных температурных шкал и табличных значений[5].

Биоклиматические индексы помогают определять положительные и отрицательные воздействия климатических факторов и их комплексов на организм человека. Выявлять медико-климатический потенциал территории с целью рационального использования ландшафтно-климатических условий в здравоохранение.

Одни и те же погодные условия по-разному влияют на людей в зависимости от возраста, пола, состояния здоровья и многих других факторов. Таким образом, для оценки климата необходимо использовать различные комплексные метеорологические показатели (индексы), отражающие теплоощущения человека, определяющие зоны комфорта и дискомфорта. Под зонами комфорта понимают такие пределы метеорологических условий, при которых большинство людей отмечают комфорт теплоощущений, то есть окружающая среда не требует напряжения адаптационных механизмов человека [6].

Наиболее важными индексами являются комплексные показатели, в которых учитывается влияние двух и более метеорологических элементов[5]. В зависимости от сочетания элементов входящие в биоклиматические индексы, их можно разделить на температурно-влажностные, температурно-ветровые, температурно-влажностно-ветровые и так далее [4]. Данные индексы, которые будут рассматриваться далее, рассчитываются для «среднего» человека, то есть не учитываются индивидуальные теплоощущения людей.

Наиболее комплексными показателями теплоощущения человека является эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ). ЭЭТ–индекс для

обнажённого человека. В 1937-1938 годах математические формулы были предложены А.Миссенардом, для расчётов эффективной температуры ЭТ, в которой не учитывалась скорость ветра. Затем в 1938 также Миссенардом была предложена ЕТ, показатель наиболее полно характеризующий теплоощущение человека, в нём учитывается влияние температуры воздуха, влажности воздуха и скорости ветра. Данный параметр рассчитывается по формуле (1).

$$ET = 37 - \frac{37-t}{0,68-0,0014f+1/(1,76+1,4V^{0,75})} - 0,29t(1 - \frac{f}{100}) \quad (1)$$

где t - температура воздуха, °C;

V - скорость ветра, м/с;

f - относительная влажность, %.

Величина ЕТ аналогична введённому на территории СНГ значению эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ). Так же в формуле использовалась скорость ветра, приведённая к 2 метрам по формуле (2).

$$V_2 = \frac{V_{cp}}{1,3} \quad (2)$$

где V_2 - скорость ветра на высоте 2 метра, м/с,

V_{cp} - скорость ветра на высоте 10 метров, м/с.

Нормальная эквивалентно-эффективная температура (НЭЭТ) рассчитывается для человека одетого в стандартную одежду одного типа. То есть в данной формуле учитывается влияние теплозащитных свойств одежды. В 1980 году И.В. Бутевой [6] была предложена формула нормальная эквивалентно-эффективной температуры (НЭЭТ) (3):

$$НЭЭТ = 0,8ЭЭТ + 7^{\circ}C \quad (3)$$

Но также стоит отметить, что НЭЭТ пригодна для оценки теплоощущений человека, одетого в строго определенную, «стандартную» одежду. По той причине, что при создании шкалы одежда принималась величиной постоянной, а изменялись только метеорологические условия.

Биологически активная температура (БАТ) внешней среды определяет воздействие на организм человека температуры воздуха, влажности воздуха, скорости ветра, суммарной радиации и длинноволновой радиации подстилающей поверхности. Формулу (4) для расчёта БАТ в 1981 году предложила Г.В.Циценко.

$$\text{БАТ}=0,8\text{НЭЭТ}+9^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

Суровость погоды рассматривают с точки зрения её влияния на охлаждение человека, ограничивающее его пребывание и на открытом воздухе и определяющее потребность в одежде.

Из наиболее известных критериев суровости зимних условий было предложено Бодманом. Он предложил метод расчёта баллов «жёсткости погоды». Расчёты производились при помощи формулы (5):

$$S=(1-0,04t)(1+0,272V) \quad (5)$$

где S-суровость зимней погоды, баллы;

t - температура воздуха, °C;

V- скорость ветра, м/с.

Данная формула использовалась при расчётах «жёсткости» или «суровости» и многими учёными было отмечено, что данный индекс не обоснован в физиологическом отношении. Оценка рассчитанных значений по формуле (5) производится при помощи шкалы.

Для того чтобы подчеркнуть важную роль ветра при отрицательных температурах воздуха и оценить их влияние на состояние человека канадский

учёный Сайпл предложил «ветро-холодовый» индекс, который рассчитывается по формуле (6).

$$K=(\sqrt{100V} + 10,45V)(33 - t_v) \quad (6)$$

где v -скорость ветра, м/с;

t_v -температура воздуха, °С.

«Ветро-холодовой» индекс более точно отражает «ощущение холода», которое испытывает человек.

Таким образом используя рассчитанные средние значения необходимых метеорологических величин и указанные формулы, в этой работе были рассчитаны индексы.

По индексу ЕТ были сделаны следующие заключения. Для удобства проведения сравнительного анализа города были разделены на 3 группы .

В первой группе данные по Санкт-Петербургу, Архангельску, Волгограду и Астрахани, во второй данные по Салехарду, Омску, Игарке, и Иркутску, в третьей данные по Якутску, Владивостоку, Оймякону и Петропавловку-Камчатскому.

В первой группе зимней сезон наиболее неблагоприятный город по теплоощущениям является Архангельск, наиболее благоприятные Санкт-Петербург и Астрахань.

По весеннему периоду наиболее неблагоприятный также является Архангельск, а более приятными по теплоощущению Астрахань и Волгоград.

В летний период неблагоприятные города Астрахань и Волгоград, а благоприятный Архангельск.

В осенний сезон наиболее комфортные для проживания города Астрахань и Волгоград, а менее комфортный по теплоощущениям Архангельск.

Таким образом наименее благоприятный город для проживания является Архангельск в осенний, зимний и весенний периоды, в летний период наиболее не комфортный Астрахань.

Во второй зимний сезон менее комфортный для проживания город Игарка, благоприятные для проживания Омск и Иркутск.

В весенний период неблагоприятный по теплоощущению города Игарка и Салехард, а более комфортные Омск и Иркутск.

В летний период наиболее комфортные города Омск и Иркутск, а неблагоприятные по теплоощущению Игарка и Салехард.

В осенний период менее комфортный для жизни город Игарка, а более приятные по ощущениям Омск и Иркутск.

Таким образом в каждый сезон года наименее благоприятный город для проживания является Игарка, благоприятные Омск и Иркутск.

А в третьей зимний период по теплоощущениям неблагоприятно в Оймяконе, а комфортно в Петропавловске-Камчатском.

По весеннему периоду наиболее неблагоприятный также является Оймякон, а более приятным по теплоощущению в марте Петропавловск-Камчатский, в апреле Владивосток и Петропавловск-Камчатский, в мае Якутск.

В летний период наиболее комфортный город Якутск. Но в течение этого сезона также наблюдаются комфортные условия в Владивостоке, Оймяконе и Петропавловске-Камчатском.

В осенний сезон менее комфортный для проживания город Оймякон, а комфортные по теплоощущениям Владивосток и Петропавловск-Камчатский.

Таким образом в течение 3 сезонов (осени, зимы и весны) неблагоприятный город для проживания Оймякон, в данный периоды наиболее комфортные города Владивосток и Петропавловск-Камчатский. В летний период каждый город находится в пределах комфортности, но более приятный для проживания Якутск.

При имение рассчитанных данных можно выделить 3 города неблагоприятные и 3 города благоприятные в каждый сезон.

В зимней сезон неблагоприятные города Игарка, Якутск и Оймякон. а благоприятные по ощущениям города Санкт-Петербург, Волгоград и Астрахань.

В весенний сезон не комфортные по теплоощущению города Игарка, Оймякон и Салехард. Комфортные условия в марте и апреле Санкт-Петербург, Волгоград и Астрахань, а в мае Волгоград, Астрахань, Санкт-Петербург и Омск (разница в индексе ЕТ 0,3 °С).

В летний период наиболее комфортные Санкт-Петербург, Омск и Иркутск. Менее благоприятные Астрахань и Волгоград.

В осенний сезон неблагоприятные в сентябре Салехард, Игарка и Оймякон, а в октябре и ноябре Игарка, Якутск и Оймякон. Комфортные для проживания города в сентябре и октябре Астрахань, Волгоград и Владивосток, а в ноябре Санкт-Петербург, Волгоград и Астрахань.

По индексу НЭЭТ также были сделаны следующие выводы.

В первой группе в течение всего года только два города находились в зоне комфорта. Это Санкт-Петербург в июне и Архангельск в июле. Согласно построенным графика все города находятся в зоне охлаждения и зоне перегрева, кроме ранее указанных месяце и городов.

При анализе за год во второй группе были выявлены три города находившиеся в разные летние месяца в комфортно. Это Иркутск в июне, Игарка в июле и Омск в августе. В течение года города в основном находились в зоне охлаждения, а в зоне перегрева в летние месяца были Омск (в июне и июле) и Иркутск (в июле).

В течение всего года в третьей группе города в основном находятся в зоне охлаждения. В зоне перегрева находится Якутск в июле месяце. В комфортно в течение разных месяцев летнего сезона находится три города. Это Якутск в июне и августе, Оймякон в июле и Петропавловск-Камчатский в августе.

Таким образом по таблице и диаграмме можно сделать следующий вывод. В комфортно выбранные города находятся только в летний период. Такие города: Санкт-Петербург, Архангельск, Омск, Игарка, Иркутск, Якутск, Владивосток, Оймякон и Петропавловск-Камчатский.

По индексу БАТ были получены следующие данные.

По данным первой группы было установлено, что в зимние месяца (декабрь, январь и февраль), а также в марте, только Астрахань была в зоне «комфорта». В апреле все города находятся в зоне «комфорта», в мае в зону «комфорта» попадает Архангельск, остальные города в зоне «теплого дискомфорта». В летний сезон все города находятся в зоне «тёплого перегрева». В сентябре также Архангельск в зоне «комфорта», а Санкт-Петербург, Волгоград и Астрахань в зоне «тёплого дискомфорта», в октябре все города находятся в зоне «комфорта», а в ноябре в зоне «комфорта» располагаются Санкт-Петербург, Волгоград и Астрахань, Архангельск находится в зоне «холодного дискомфорта».

При проведении анализа второй группы были сделаны следующие заключения. Январь февраль, ноябрь и декабрь все города находятся в зоне «холодного дискомфорта». В апреле месяце в зоне «комфорта» находятся Омск и Иркутск, а Салехард и Игарка в зоне «холодного дискомфорта». В зоне «комфорта» в мае находится только Иркутск, в зоне «тёплого дискомфорта» располагается Омск, а в зоне «холодного дискомфорта» так же находятся Салехард и Игарка. В июне в зоне «комфорта» Салехард и Игарка, в зоне «тёплого дискомфорта» Омск и Иркутск. В июле все перечисленные города находятся в зоне «тёплого дискомфорта». В августе в зоне «комфорта» располагаются Салехард и Игарка, в зоне «тёплого дискомфорта» Омск и Иркутск. В сентябре города находятся в зоне «комфорта». А в октябре Омск и Иркутск в зоне «комфорта», а Салехард и Игарка в зоне «холодного дискомфорта».

Анализируя значения третьей группы было установлено, что в январе, феврале, марте, ноябре и декабре ранее перечисленные города находятся в зоне «холодного дискомфорта». В апреле Владивосток и Петропавловск-Камчатский находятся в зоне «комфорта», а Якутск и Оймякон в зоне «холодного дискомфорта». В мае все города в зоне «комфорта». В июне также Владивосток и Петропавловск-Камчатский располагаются в зоне «комфорта», а Якутск и Оймякон в зоне «тёплого дискомфорта». В июле все города располагаются в

зоне «тёплого дискомфорта». В августе в зоне «комфорта» находятся Оймякон, а Якутск, Владивосток и Петропавловск-Камчатский в зоне «тёплого дискомфорта». В сентябре Якутск, Оймякон и Петропавловск-Камчатский в зоне «комфорта», а Владивосток в зоне «тёплого дискомфорта». В октябре в зоне «комфорта» располагаются Владивосток и Петропавловск-Камчатский, а в зоне «холодного дискомфорта» Якутск и Оймякон.

Таким образом можно выделить, по возможности, три города с высоким значением БАД, который входит в градацию зона «комфорта».

В зимний сезон ни один город не располагается в зоне «комфорта».

В весенний сезон в каждом месяце находятся разные города в зоне «комфорта». В марте Астрахань, в апреле Санкт-Петербург, Астрахань и Волгоград, а в мае Волгоград, Иркутск и Якутск.

В летний период также разные города в зоне «комфорта». В июне Игарка, Владивосток и Петропавловск-Камчатский, в июле ни один город не располагался в зоне «комфорта», август Игарка и Оймякон.

В осенний сезон в каждом месяце в зоне «комфорта» находились разные города. В сентябре Омск, Иркутск и Петропавловск-Камчатский, в октябре Астрахань, Волгоград и Владивосток, а в ноябре Санкт-Петербург, Астрахань и Волгоград.

При проведении анализа сезонных индексов были сделаны выводы.

При анализе первой группы по индексу Бодмана было установлено, что наиболее холодным городом является Архангельск. а наиболее теплым Санкт-Петербург. После Архангельска, по индексу «суровости» идёт Волгоград, а потом Астрахань.

Анализ второй группы наглядно показывает, что наиболее холодный город Игарка, а наиболее тёплый Иркутск. После Игарки по данному индексу идёт Салехард, а потом Омск.

По группе три установлено, что наиболее холодный город Владивосток, а потом с небольшими отличиями Оймякон, Якутск и Петропавловск-Камчатский.

Таким образом в общей оценке данного индекса наиболее холодные города это Салехард, Игарка и Владивосток. А самые тёплые по индексу Бодмона Санкт-Петербург, Волгоград и Астрахань.

По первой группе было установлено следующие распределение городов по индексу Сайпла самый холодный город Архангельск, после него идут Волгоград, Астрахань и Санкт-Петербург.

Было установлено по второй следующие распределение городов самый холодный город Игарка, потом Салехард, Омск и самый тёплый из ранее перечисленных Иркутск.

По третьей группе распределение городов следующие : самый холодный город Владивосток, а потом Петропавловск-Камчатский, Якутск и самый тёплый Оймякон.

Таким образом в общей оценке данного индекса наиболее холодные города это Игарка, Владивосток и Петропавловск-Камчатский. А по индексу Сайпла тёплые города Санкт-Петербург, Якутск и Оймякон.

Заключение. Как известно факторы внешней среды имеют отношения к здоровью и жизнедеятельности каждого человека, в том числе и метеорологические факторы. Каждый метеорологический элемент имеет своё биологическое значение и имеет влияние на человека. Реакция организма на раздражающие метеорологические факторы могут вызывать патологические реакции, называемые метеопатическими. Из-за недостаточной работоспособности адаптационного механизма и возникает метеопатическая реакция, то есть результат взаимодействия окружающей среды и организма человека.

Климат и погода могут влиять на человека прямыми и сигнальными путями. Прямое влияние—это прямое воздействие, на тепловое состояние организма человека, метеоэлементов. А сигнальное влияние вызывает метеопатические реакции у метеозависимых людей, а также ухудшение самочувствия у людей неподверженных изменению метеорологических элементов. Самое важно учитывать тот факт, что на состояние человека влияют

не только сами метеорологические условия, но и изменчивость отдельных метеоэлементов во времени и пространстве.

Главными целями данной работы было проведение расчётов и анализа рассчитанных данных. А также по проведённому анализу провести сравнительную характеристику между 12 городами. Таким образом сравнение проводилось по 5 биоклиматическим индексам (эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), нормальная эквивалентно-эффективная температур (НЭЭТ), биологически активная температура (БАТ) и сезонные индексы: Бодмана (S) и Сайпла (K)).

В ходе проведения анализов по данным индексом 12 городов был установлен тот факт, что ни один из городов не может быть наиболее комфортным для проживания человека. Такое заключение было сделана вследствие проведения общих анализов по каждому указанному индексу. Если рассматривать каждый индекс по годам, сезонам и месяцам, то может быть установлен тот факт, что некоторые города холоднее или теплее в определённый сезон из-за физико-географических особенностей. По этой причине также стоит учитывать континентальность, влияние водных объектов и горных массивов. Некоторые города находятся вблизи морей и океанов, а некоторые на берегу рек. Так же одни города находятся на равнинной, а другие в горной местности. Все эти факторы влияют на климатические и погодные условия.

Таким образом в данной работе для «среднего» человека невозможно выделить один город в котором в течение всего года было бы комфортно проживать в «стандартной» одежде. Если оценивать по каждому индексу выбранные города, то можно сделать заключение, что климатические и погодные условия могут практически не отличаться в один сезон, а в другие сезоны иметь существенные отличия. По этой причине крайне сложно оценивать города без учёта адаптационной способности человеческого организма.