

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

Кафедра метеорологии и климатологии

**Биоклиматические и рекреационные возможности для развития
лечебно-оздоровительного туризма на территории Национального парка
«Хвалынский» и города Хвалынский**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 411 группы

направления (специальности) 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
код и наименование направления (специальности)

географического факультета

наименование факультета, института, колледжа

Сорокиной Елены Павловны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

доцент, к.г.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

Н.В. Семенова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

к.г.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

М.Ю. Червяков

инициалы, фамилия

Саратов 2024

Введение. Погода и климат могут оказывать на организм человека двоякое воздействие: с одной стороны, способствовать нормализации и укреплению физиологических функций организма, а с другой – вызывать патологические изменения у людей страдающих рядом заболеваний. Поэтому при оценке комфортности климата территории необходимо проведение комплексной биоклиматической характеристики, которая выступает как характеристика особенностей окружающей среды и является мерой принятия некоторых профилактических мер для определенных видов заболеваний [1].

Биоклиматическая привлекательность территории также определяет ее рекреационный потенциал. Биоклиматическими показателями территории являются средние многолетние величины температуры воздуха, суммы положительных температур, даты перехода средних суточных температур воздуха через определенные пределы, осадки, направление и скорость ветра и т.д. [2]

В качестве рассматриваемой территории выбран Национальный парк «Хвалынский» и город Хвалынский, а ключевой метеостанцией для оценки биоклиматического потенциала исследуемой местности взята метеорологическая станция «Хвалынский». В работе использованы климатические данные за период с 2011 по 2023 годы.

Целью данной работы является биоклиматическая оценка комфортности территории Хвалынска для рекреации и лечебно-оздоровительного туризма

Задачи исследования:

1. Анализ климатических особенностей Хвалынска;
2. Расчет биоклиматических индексов;
3. Оценка тенденции пространственно-временных изменений биоклиматических показателей;
4. Оценка лечебно-оздоровительного и курортно-рекреационного потенциала рассматриваемой территории.

Основное содержание работы. Биоклиматом называют воздействие климата на организм человека. Биоклиматические параметры – это комплексное воздействие метеорологических характеристик. В первую очередь температуры, влажности, скорости ветра, давления.

Все биоклиматические параметры можно оценить по степени благоприятности их воздействия и подразделить на:

- раздражающие – метеорологические условия оказывают повышенную нагрузку на адаптационные системы организма;
- тренирующие – метеоусловия приводят к менее выраженному напряжению приспособительных механизмов;
- щадящие – метеоусловия благоприятны.

В настоящее время известны и применяются для расчетов около 30 биоклиматических показателей. В выпускной квалификационной работе приведены примеры расчета наиболее часто применяемых для оценки биоклиматических параметров.

Одним из индексов комфортности погодных условий, который объединяет в себе совокупное влияние температуры и влажности воздуха, является эффективная температура (ЭТ).

$$ЭТ = t - 0,4(t - 10)\left(1 - \frac{f}{100}\right), \quad (1),$$

где t – температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$), f - относительная влажность (%).

Наиболее комплексными показателями теплоощущения человека является эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ) Эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), являясь комплексным показателем тепловой чувствительности человека (раздетого до пояса), складывается под влиянием трех метеорологических факторов: температуры воздуха, влажности воздуха и скорости ветра, рассчитывалась по формуле А. Миссенарда:

$$ЭЭТ = 37 - \frac{37-t}{0,68-0,0014f+\frac{1}{1,76+1,4v^{0,75}}} - 0,29t\left(1 - \frac{f}{100}\right), \quad (2),$$

где: t - температура воздуха, °C, v - скорость ветра, м/с, f - относительная влажность %.

Величина ЭТ аналогична введённому на территории СНГ значению эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ). Так же в формуле использовалась скорость ветра, приведённая к 2 метрам по формуле (3).

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

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 [9] была предложена формула нормальной эквивалентно-эффективной температуры (НЭЭТ) (4).

$$НЭЭТ = 0,8ЭЭТ + 7^\circ\text{C} \quad (4)$$

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 (5) для расчёта БАТ в 1981 году предложила Г.В.Циценко.

$$БАТ = 0,8НЭЭТ + 9^\circ\text{C} \quad (5)$$

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 (6)

$$S=(1-0,04t)(1+0,272V) \quad (6)$$

где S-суровость зимней погоды, баллы, t - температура воздуха, °С, 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.

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 (7).

$$K=(\sqrt{100V} + 10,45V)(33 - t_{\text{в}}) \quad (7)$$

где v-скорость ветра, м/с, $t_{\text{в}}$ -температура воздуха, °С.

Эффект ветрового охлаждения зависит от количества одежды и других защитных приспособлений, равно как и от возраста, здоровья и физиологических индивидуальных параметров.

А. Бартон и О. Эдхолм [10] ввели понятие об «эквивалентно-штилевой температуре» (ЭШТ), характеризующей теплоощущения человека в зависимости от скорости ветра, зависящей от величины общей теплоотдачи и теплоизоляции воздуха, рассчитываемой по формуле:

$$\text{ЭШТ} = t - n\Delta t, \quad (8)$$

где Δt – поправка к температуре воздуха при различных скоростях ветра;

n – отношение теплопродукции в покое к теплопродукции при выполнении работ.

Эквивалентно-штилевая температура учитывает степень подвижности человека:

$n = 1$ – соответствует состоянию покоя;

$n = 2$ – состоянию выполнения легкой работы;

$n = 3$ – работе средней тяжести;

$n = 4$ – тяжелой работе.

Биоклиматический индекс суровости метеорежима (БИСМ) является интегральным показателем степени биоклиматического дискомфорта при различных видах жизнедеятельности. Значение БИСМ B вычисляется следующим образом:

$$B = \frac{T(P-266)(1-0,02V)}{75HS}, \quad (9)$$

Здесь T , H , S – температурный, влажностный и радиационный коэффициенты, определяемые равенствами

$$T = \begin{cases} 1 - 0,0089(22 - T), & T < 22^\circ\text{C}, \\ 1 - 0,026(T - 22), & T \geq 22^\circ\text{C}, \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} 1 + 0,6 \frac{50 - H}{100}, & H < 50\%, \\ 1 + 0,6 \frac{H - 50}{100}, & H \geq 50\% \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 1, & H < 2000 \text{ м}, \\ 1 + 0,45 \frac{L - 2000}{1000}, & H \geq 2000 \text{ м}. \end{cases}$$

По определению, БИСМ – безразмерная величина, принимающая значения в интервале от 0 до 10

Для оценки влияния тёплого воздуха на состояние человека в летний период используют такой биоклиматический показатель как индекс жары [13, 14, 15, 16, 17, 18]. В работах [17] индекс жары (ИЖ) определён таблично как функция температуры воздуха и его относительной влажности. Для вычисления ИЖ при значениях температуры и влажности, отсутствующих в таблицах, используют различные интерполяционные формулы [13]. Одной из наиболее часто используемых является формула (10)

$$HI = T - 1,0799e^{0,03755T}(1 - e^{0,0801(D-14)}), \quad (10)$$

где HI (°C) - индекс жары, T °C - приземная температура воздуха, D°C - температура точки росы

$$D = \frac{237,3\alpha}{17,27-\alpha}, \alpha = \frac{17,27T}{237,3+T} + \ln H, \quad (11)$$

H – относительная влажность воздуха, измеряемая в долях единицы. Характер теплового воздействия при различных значениях ИЖ представлен в таблице 2.6 [19]. При применении ИЖ необходимо учитывать, что он определялся для людей среднего возраста и комплекции, находящихся в состоянии относительного покоя.

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

Таблица 1.1 – Значения индексов эффективных температур для Хвалынска за период 2011-2023 гг. (составлено автором)

Индекс	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ЭТ	-7,9	-7,0	-0,9	8,5	15,3	18,7	20,9	20,0	14,3	7,9	0,8	-5,1
ЭЭТ	-19,9	-18,9	-12,1	0,7	10,2	14,7	17,5	16,3	8,6	0,1	-9,7	-17,0
НЭЭТ	-8,9	-8,1	-2,7	7,6	15,2	18,8	21,0	20,0	13,8	7,1	-0,7	-6,6
БАТ	1,9	2,5	6,8	15,1	21,1	24,0	25,8	25,0	20,1	14,7	8,4	3,7

Используя, данные таблицы можно сделать вывод, что биоклиматические условия Хвалынска наиболее комфортны в летний период. Значения ЭТ в среднем составляют 19,8°C, что с точки зрения теплоощущений оценивается как «комфортно-тепло». Максимальное значение за летний период наблюдается в июле 2011 года и составляет 23,0°C. Минимальное значение ЭТ 16,6°C наблюдалось в июне 2017 года.

В Хвалынске комфортные условия по ЭЭТ наблюдаются с июня по август и являются достаточными и оптимальными, поэтому климатические условия Хвалынска можно рекомендовать практически для всех видов заболеваний и климатопрофилактики.

Для оценки теплоощущений одетого человека (летняя одежда одного типа) И.В.Бутьевой было предложено использовать формулу нормальной эквивалентной температуры (НЭЭТ). В формуле НЭЭТ +7 является поправкой к ЭЭТ в связи с тем, что при температуре воздуха ниже +7°C любой ветер (даже для одетого человека) является охлаждающим фактором [8].

Американскими специалистами были предложены границы комфорта в пределах +17,2 до +21,7°C. Учитывая более северное расположение территории России, Российские ученые приводят границы комфорта от 12 до 24°C. Таким образом, условия комфорта для Хвалынска по показателям ЭЭТ наблюдаются с июня по август, а в некоторые годы с мая по сентябрь.

Зона комфорта для Хвалынска по значениям НЭЭТ расположена в пределах от 17,3°C до 21,7°C.

Теплоощущения человека в зависимости от скорости ветра, зависящей от величины общей теплоотдачи и теплоизоляции воздуха определяется понятием эквивалентно-штилевой температурой, которая учитывает степень подвижности человека.

Биоклиматические индексы ЭЭТ и НЭЭТ связаны с биологически активной температурой (БАТ), значения которой также используются для описания окружающей человека среды. БАТ оценивает воздействие температуры воздуха, влажности воздуха, скорости ветра, суммарной и длинноволновой радиации подстилающей поверхности.

Вычисленные значения БАТ приведенные в таблице 3.1 показаны на диаграмме 3.4. Зона комфорта для данного показателя начинается с +10°C до +20°C. Все, что выше +20°C зона «теплого дискомфорта», что ниже +10°C зона «холодного дискомфорта».

Таблица 1.2 – Значения индексов холодного стресса (составлено автором)

Индекс	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	сред знач	характеристика
Индекс Бодмана	1,8	2,2	2,3	2,3	2,0	2,1	умеренно-суровая
Коэффициент жесткости погоды по И.А.Арнольди	-6,2	-11,9	-14,2	-13,8	-8,5	-10,9	напряжение аппарата терморегуляции слабое
Ветро-холодовой индекс Сайпла	820,2	955,2	1006,4	998,0	878,9	931,7	Холодно

По результатам расчета для Хвалынского в холодный период индекс Бодмана составляет 2,1 балла (для зимы 2,3), что свидетельствует о том, что зимы на территории района являются умеренно-суровыми. Этот критерий характерен для всех зимних месяцев. Согласно рассчитанным данным на территории города в течение зимы (декабрь-январь) погодные условия оцениваются как «малосуровые» и «умеренно-суровые».

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что за зимний период индекс Сайпла находится в пределах от 843 до 1188, что характеризует зимние условия на исследуемой территории как «очень холодно», «холодно».

Согласно, многолетней статистики наиболее холодные условия отмечаются в январе.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что за зимний период индекс Арнольди находится в пределах от -21,0 до -7,3°C, что характеризует зимние условия на исследуемой территории как «очень холодно», «холодно» и «умеренно прохладно». Согласно многолетней статистики наиболее холодные условия отмечаются в январе.

Проведенный анализ индексов холодного стресса позволяет сделать вывод, что зимние условия стали более благоприятными за счет повышения

температуры воздуха. Но условия ветра даже при более высоких температурах снижают степень комфортности.

Таблица 1.3 – Значения индекса эквивалентно-штилевой температуры при разной нагрузке работы для Хвалынска за период 2011-2023 гг. (составлено автором)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ЭШТ при покое	-2,9	-2,8	4,2	13,7	22,7	26,6	28,6	28,3	21,1	13,7	6,3	0,2
ЭШТ при легкой работе	3,3	2,7	10,5	19,1	28,8	32,7	34,0	34,4	27,3	19,9	12,6	6,5
ЭШТ при средней тяжести работы	9,4	8,3	16,7	24,6	34,9	38,9	39,5	40,6	33,4	26,0	18,8	12,7
ЭШТ при тяжелой работе	27,8	24,8	35,4	40,9	53,4	57,3	55,8	59,0	51,9	44,5	37,5	31,4

Для Хвалынска средняя годовая скорость ветра составляет 2,9 м/с, температурная поправка -6,14...7,3. Следовательно значения ЭШТ определится значениями 24,3...31,3, что позволяет проводить на территории Хвалынска различные активные мероприятия.

Анализируя данные, можно сделать вывод, что самыми комфортными месяцами являются май, июнь, июль, август. Среднее значение 8,7 и по шкале БИСМ оценивается как «комфорт». Максимальное значение 9,2 в мае 2014 года, июне 2018 года, июле 2014, 2015 годы, августе 2014, 2018 годы, сентябре 2014 года. Самым комфортным годом в Хвалынске за период с 2011 по 2023 годы является 2014 год 7,5.

Индекс жары учитывает совместное действие температуры воздуха и относительной влажности по восприятию температуры телом человека. Это связано с тем, что тело человека обычно охлаждается потоотделением, а высокая влажестуденность снижает скорость выделение пота. При высокой влажности воздуха возникает ощущение духоты, поэтому температура воспринимается как более высокая. Значения индекса жары, также как и значения комфортной температуры были получены в результате биометеорологических исследований. По индексу жары значения в летний

период в Хвалынске колеблются в пределах от 17,6° до 24,5°, что означает «комфортно» и «относительно комфортно»

Кроме температуры воздуха для зимнего спортивного и лечебно-оздоровительного туризма и в первую очередь горнолыжного (лыжного) являются данные о снежном покрове. Как правило, даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова совпадают с периодом благоприятным для зимней рекреации. Высота снежного покрова в среднем за зиму по постоянной рейке в Хвалынске составляет 24,5 см, а максимальная за зиму 93 см. В таблице 1.4 показаны даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова.

Нестабильность снежного покрова может приводить к ограничениям для горнолыжного спорта, что требует определенных затрат для организации искусственного снега. Однако, температурные условия способствуют, при отсутствии снега, использовать снеговые пушки, что не приводит к уменьшению продолжительности горнолыжного сезона в Хвалынске.

Таблица 1.4 Даты образования и разрушения снежного покрова в Хвалынске (составлено автором)

Дата появления снежного покрова		Дата образования устойчивого снежного покрова		Дата разрушения устойчивого снежного покрова		Дата схода снежного покрова		Число дней с устойчивым снежным покровом
ранняя	поздняя	ранняя	Поздняя	ранняя	поздняя	ранняя	поздняя	
8.10	11.12	1.10	22.01	26.02	23.04	20.03	3.05	127

Заключение. Проведенный анализ показал, что климато-рекреационный потенциал Хвалынского в целом благоприятен для проведения лечебно-оздоровительных мероприятий, отдыха, спорта и туризма в зимнее время.

Анализ динамики различных биоклиматических индексов, в том числе влияющих на теплоощущения и комфортность человека, в последнее десятилетие характеризуется более благоприятными биоклиматическими условиями для развития зимней рекреации.

На зимнюю рекреацию оказывают влияние низкие температуры, ветер (со скоростью более 5 м/с), метели и повышенная влажность, а для горнолыжного туризма определяющим фактором является период наличия снежного покрова.

По данным ЭТ Хвалынский характеризуется в зимний период как «умеренно прохладно», «холодно» и «очень холодно».

Анализируя данные ЭЭТ характеризуется зимний период как «умеренно холодно», «холодно», «очень холодно» и «угроза обморожения».

С помощью индексов НЭЭТ и БАТ зимний период с точки зрения теплоощущений можно охарактеризовать как зона «холодно».

Проводя анализ индекса Бодмана, три зимних месяца (декабрь, январь, февраль) характеризуются критериями от «малосуровая» до «умеренно-суровая». По данным ветро-холодового индекса Сайпла и Арнольди зимний период в Хвалынске относится к «умеренно прохладно», «холодно» и «очень холодно».

Таким образом, развитие горнолыжных комплексов, баз отдыха направленных на лечебно-оздоровительный туризм и рекреацию для данного района Саратовской области имеют хорошие перспективы.

Расчет других биоклиматических параметров позволит в дальнейшем дополнить оценку условий климатической комфортности Хвалынского района.

По теме исследования было опубликовано 8 работ.