

УДК 551.586

Борисова С.В., к.г.н., Катеруша Г.П., к.г.н., Катеруша Е.В., асп.,
Томашпольская Ю.Н., асп.

Одесский государственный экологический университет

ДИНАМИКА КЛИМАТИЧЕСКИХ И БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ УКРАИНЫ

В работе рассматриваются изменения климатических факторов и биоклиматических показателей в Украинских Карпатах и Крыму за сто лет. Этот временной интервал разделён на два периода – 1891-1960 гг. и 1961-1990 гг. Сравнение средних многолетних значений метеорологических величин в каждом из них позволяет сделать выводы о знаке и величине трендов как климатических, так и биоклиматических показателей за всё время исследования. Анализ их изменений проведен в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными ГГО.

Ключевые слова: глобальное потепление, климатические факторы, биоклиматические показатели, рекреационный потенциал.

Постановка проблемы. Проблема потепления климата, а с ним и изменения биоклиматических условий жизни – одна из глобальных проблем современного мира, которая беспокоит человечество. Данные наблюдений показывают увеличение приземной температуры на всём земном шаре, хотя по тем же результатам наблюдений это потепление пространственно неоднородно. В 1985 г., когда была подписана Венская Конвенция, в Филлах (Австрия) состоялась международная конференция, организованная Программой ООН по окружающей среде, ВМО и Международным советом научных обществ. На ней обсуждались проблемы изменений климата и их возможные причины. Было отмечено, что антропогенное воздействие на парниковый эффект, особенно за счёт увеличения CO₂, может привести к потеплению глобального климата Земли на 1,5-4,5°C до 2030 года. Другими причинами потепления назывались: изменение солнечной активности, увеличение концентрации тропосферного озона, атмосферное электричество, которое зависит от солнечной активности и др.

По данным некоторых авторов потепление началось в высоких широтах и в холодный период года достигало здесь 4-5°C, а в тёплый период в отдельных районах было незначительным или не отмечалось совсем. В вертикальном разрезе для умеренных широт в северном полушарии в период 1950-1970 гг. наблюдалось похолодание, а в 1976-2006 гг. в полярных и средних широтах позитивные тренды отмечались до высоты 400 гПа.

Целью настоящей работы является анализ изменений климатических факторов и зависящих от них биоклиматических показателей в гористых районах Украины, которые являются основными рекреационными зонами страны.

Украинские Карпаты состоят из системы хребтов, направленных с северо-запада на юго-восток. Со стороны Прикарпатья выделяют Внешние или Скибовые Карпаты высотой до 1800 м, параллельно им, отделённые депрессиями, протягивается Водораздельный хребет – горы Бескиды и Горганы, прорезанные речными долинами. Цепочка вытянутых котловин образует узкую и длинную Центрально-Карпатскую депрессию, отделяющую Бескиды и Горганы от наиболее высокой цепи Карпат – Полонинского хребта с наивысшей вершиной Украинских Карпат г. Говерла (2061м). Юго-западнее расположен Вигорлат-Гутинский хребет высотой 800-1000 м. Ближе к государственной границе простирается Закарпатская равнина, однообразный рельеф которой нарушают островные горы.

Горный Крым представляет собой асимметричное поднятие с очень крутым южным склоном и более пологим северным. Здесь выделяют три гряды, вытянутые параллельно береговой линии. Южная, наиболее высокая, имеет сравнительно ровную поверхность –

яйла. За ней тянутся два ряда куэст, имеющих характер предгорий. Высота первой из них до 700 м, вторая высотой 350 м постепенно снижается к востоку.

Материалы и методы исследований. Главная Геофизическая Обсерватория Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды разработала «Методические рекомендации по изучению влияния изменений климата на строительство, энергетику, транспорт и здоровье человека» [1], которые и были взяты авторами за основу исследования изменений климатических и биоклиматических показателей в горных районах Украины.

В работе использованы средние многолетние данные по температуре воздуха у земной поверхности, скорости ветра и относительной влажности за семидесятилетний период 1891-1960 гг. (период I) [2] и тридцатилетний период с 1961 по 1990 гг. (период II) [3]. Были рассчитаны разности между осреднёнными за указанные периоды средними месячными значениями температуры, скорости ветра и относительной влажности на 19 станциях Карпат и 5 станциях Крыма.

Для выявления особенностей биоклимата данных областей были применены комплексные показатели, которые отражают тепловое состояние человека, поскольку климат и погода влияют, прежде всего, на термический режим организма, т.к. его функциональная деятельность во многом зависит от условий теплообмена с окружающей средой. Эти показатели позволяют оценить биоклиматические ресурсы конкретных территорий, определить их рекреационный потенциал, решить ряд задач, связанных с оптимизацией климатических показателей. К таким показателям относятся эквивалентно-эффективные температуры (по основной и нормальной шкалам), показатели суровости погоды и другие [4, 5, 6, 7, 8, 9].

С помощью эквивалентно-эффективной температуры $ЭЭТ$ по нормальной шкале можно оценить теплоощущения человека, защищенного одеждой стандартного типа для определённого сезона, и таким образом, учесть влияние теплозащитных свойств одежды. Определение теплоощущения через $ЭЭТ$ касается только теневых пространств, где на человека не влияет прямая солнечная радиация. Рассчитывается $ЭЭТ$ по формуле Миссенарда [7]

$$ЭЭТ = 37 - [37 - t] / [0,68 - 0,0014f + 1/(1,76 + 1,4v_2^{0,75})] - 0,29t(1 - f/100), \quad (1)$$

где t - температура воздуха, °С; v_2 - скорость ветра на высоте 1,5 м, м/с; f - относительная влажность, %.

Ценность эквивалентно-эффективной температуры по нормальной шкале (или нормальной эквивалентно-эффективной температуры) как биоклиматического показателя заключается в том, что её можно использовать не только при оценке тепловой нагрузки, но и в условиях холода.

Для оценки суровости погоды - фактора, который ограничивает пребывание человека на открытом воздухе и обуславливает потребность в соответствующей одежде, разработано достаточно большое количество показателей влияния метеорологических величин на организм.

Одним из наиболее популярных методов оценки суровости погоды является метод Бодмана. В соответствии с ним степень суровости погоды в баллах определяется по следующей формуле

$$S = (1 - 0,04t)(1 + 0,272v), \quad (2)$$

где S - индекс суровости (баллы); t - температура воздуха, °С; v - скорость ветра, м/с.

Для оценки степени дискомфорта разных типов городской застройки и их мелиоративных возможностей в зависимости от термического и ветрового режима хо-

лодного полугодия В.Н. Адаменко и К.Ш. Хайруллин [9] предложили метод приведенных температур, под которыми они понимают температуру воздуха при штиле. Величина приведенной температуры (T_{np}) определяется по эмпирической формуле

$$T_{np} = t - 8,2\sqrt{v}. \quad (3)$$

Эта методика позволяет оценить не только мелиоративный эффект городской застройки в зависимости от реальных и вероятных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра, но и даёт возможность выполнения разного вида работ или просто перестройки на открытом воздухе в зимний период.

Когда человек находится на открытом воздухе, особенно в условиях низких температур, он использует специальные утеплённые виды одежды и обуви. Однако, как бы тепло не был одет человек, как бы не была велика его теплопродукция, могут иметь место такие сочетания метеорологических величин, особенно температуры и скорости ветра, при которых возможно обморожение открытых частей лица и рук. Кроме того, возникают существенные потери тепла путём инфильтрации из-за негерметичности одежды, что происходит при больших скоростях ветра. Поэтому возможно обморожение и при комфортном тепловом балансе.

В условиях низких температур лицо и конечности тела человека чаще всего лимитируют его пребывание на открытом воздухе. В зависимости от температуры воздуха и скорости ветра температура кожи лица θ_n рассчитывается по формуле

$$\theta_n = 0,4t - 3,3\sqrt{v} + 17. \quad (4)$$

К показателям суровости (жесткости) погоды кроме выше названных, принадлежит ещё и условная температура (индекс Арнольди) T_y . Этот показатель рассчитывается по формуле

$$T_y = t - 2v. \quad (5)$$

И.И.Арнольди установил чёткую связь между увеличением жесткости погоды и понижением температуры кожи щеки у людей, которые работают на открытом воздухе зимой. Понижение температуры кожи щеки пропорционально понижению условной температуры.

По эмпирическим формулам (1-5) нами выполнены расчёты биоклиматических показателей для всех месяцев года на основе средних многолетних данных за семидесятилетний период (период I) и тридцатилетний период (период II) для предгорных и горных районов Карпат и Крыма. Полученные показатели позволяют провести сравнительный анализ влияния метеорологических величин на самочувствие человека в конкретных районах и дают общую оценку пригодности того или иного района для размещения, например, курортов или некоторых производств, связанных с выполнением работ на открытом воздухе.

Результаты исследования и их анализ. В табл. 1 представлены величины изменений средних многолетних значений температуры для каждого месяца года по данным первого и второго периодов.

В среднем за восемь месяцев с сентября по апрель потепление в регионе составило 0,32 °С. Летние месяцы характеризуются отрицательными разностями: лето в горах и предгорных районах в среднем прохладнее в последнем периоде на 0,1 – 1,2°С, а за четыре месяца с мая по август стало прохладнее на 0,29 °С. Зимнее потепление превышает летнее похолодание и в целом за год общее потепление составляет 0,12 °С, тем самым эффект потепления климата оказывается незначительным.

В предгорных районах разности средних многолетних значений температуры в оба периода меньше по модулю, но знак разности в большинстве случаев сохраняется: весной и в осенне-зимний период теплее, летом – холоднее.

Таблица 1 – Разности средней месячной температуры воздуха Δt (°C) за два периода (II-I)

№ п/п	Станция	Н,м	Месяцы											
			XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	Берегово	112	-0,3	0,3	1,5	0,3	0,2	0,0	0,1	-0,9	-0,6	-0,6	-0,5	-0,1
2	Бережаны	303	0,2	0,0	0,5	0,3	0,7	0,1	-0,1	-0,7	-0,3	0,3	0,3	0,4
3	Броды	227	0,0	-0,2	0,2	0,4	0,5	-0,1	-0,3	-0,8	-0,5	0,0	0,2	0,5
4	Долина	470	-0,1	0,3	0,0	0,	0,3	0,0	-0,1	-0,7	0,0	0,5	0,5	0,3
5	Коломыя	298	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	-0,4	-0,5	-1,0	-0,9	-0,2	-0,2	0,4
6	Межгорье	441	0,9	1,3	2,2	1,1	1,8	1,0	0,9	0,5	0,6	1,3	1,3	1,3
7	Мостиська	223	-0,1	0,1	0,5	0,2	0,6	0,1	0,0	-0,4	-0,1	0,3	0,3	0,3
8	Н. Ворота	453	0,1	0,6	1,2	-0,1	0,3	-0,4	-0,5	-0,8	-0,6	0,2	0,6	0,2
9	Н. Студен	629	0,0	0,5	0,8	-0,5	0,2	-0,4	-0,4	-0,7	-0,8	0,1	0,2	0,5
10	Пожежевск	1429	0,1	1,2	1,0	-0,4	0,0	0,1	-0,4	-1,2	-0,8	-0,6	-1,0	0,1
11	Рава-Русск	252	0,1	-0,1	0,5	0,4	0,5	-0,1	0,0	-0,4	-0,1	0,2	0,4	0,4
12	Рахов	430	0,3	0,5	1,5	0,3	0,2	-0,1	-0,4	-1,0	-0,7	-0,2	-0,6	0,4
13	Селятин	744	0,0	0,2	0,4	-0,4	0,5	0,1	-0,1	-0,5	-0,5	0,1	-0,2	0,1
14	Славское	593	0,2	0,6	1,0	0,1	0,4	-0,2	-0,4	-0,6	-0,3	0,4	0,2	0,4
15	Турка	594	0,1	0,9	1,3	0,5	0,5	-0,1	-0,3	-0,6	-0,4	0,3	0,4	0,3
16	Ужгород	115	-0,4	0,0	1,2	0,7	0,6	0,4	0,6	-0,1	0,2	0,3	0,3	0,1
17	Хуст	164	0,2	0,3	1,6	0,3	0,2	-0,1	-0,2	-0,9	-0,7	-0,6	-0,7	0,0
18	Яворов	245	0,1	-0,3	0,5	0,1	0,2	-0,4	-0,4	-0,5	-0,1	0,3	0,1	0,5
19	Яремча	531	-0,1	0,5	0,6	0,5	0,8	0,2	0,0	-0,7	-0,5	0,1	0,2	0,7

Потепление климата зимой и в переходные сезоны принято объяснять увеличением концентрации CO_2 в атмосфере.

Изменение ветрового режима, судя по разности значений средней многолетней скорости в предгорьях и на горных станциях Карпат, в подавляющем числе случаев отрицательное и составляет в среднем для региона 0,27 м/с. Исключения составляют средние годовые изменения Δv на некоторых предгорных станциях (Коломыя $\Delta v = +0,16$ м/с, Нижние Ворота $\Delta v = +0,63$ м/с, Ужгород $\Delta v = +0,09$ м/с, Яворов $\Delta v = +0,70$ м/с) (табл. 2). В среднем по региону наименьшие отрицательные отклонения Δv отмечаются в летние месяцы, наибольшие – зимой.

Изменения относительной влажности (табл.3) имеют в большинстве случаев положительный знак и редко достигают 3 ÷ 4% в отдельные месяцы. В подавляющем большинстве случаев в тёплый период года средние многолетние значения относительной влажности воздуха f во втором периоде лишь на 1-3% больше. Отрицательные разности Δf отмечаются в холодную часть года и не превышают 2-3%. Чёткого разделения тенденции относительной влажности по условиям ортографии отдельных станций нет.

Таблица 2 – Разности средней месячной скорости ветра Δv (м/с) за два периода (II-I)

№ п/п	Станция	Месяцы											
		XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	Берегово	-0,5	-0,6	-0,6	-0,4	-0,3	-0,5	-0,4	-0,1	-0,4	-0,2	-0,1	-0,3
2	Бережаны	-0,8	-0,6	-0,6	-0,9	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,5	-0,7
3	Броды	-1,2	-0,9	-1,0	-0,9	-0,6	-0,7	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,7	-1,6
4	Долина	-0,4	-0,4	-0,9	-0,5	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2	0,1
5	Коломыя	0,4	0,4	0,2	-0,6	0,0	0,0	0,6	0,7	0,4	0,0	-0,3	-0,2
6	Межгорье	-1,6	-1,7	-1,4	-1,4	-0,8	-0,9	-0,7	-0,4	-0,6	-0,7	-1,1	-1,0
7	Мостиська	-1,6	-1,4	-1,9	-1,8	-1,1	-1,1	-0,4	-0,4	-0,6	-0,7	-0,8	-1,3
8	Н. Ворота	0,8	0,6	0,8	0,7	0,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,7	0,8
9	Н. Студеный	-0,5	-0,6	-0,5	-0,7	-0,2	-0,4	-0,3	0,0	-0,3	-0,8	-0,4	0,0
10	Пожежевская	0,5	-0,3	0,1	-0,9	-0,1	-1,0	-0,2	-0,5	-1,7	-2,2	-0,1	-0,2
11	Рава-Русская	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,1	0,3
12	Рахов	0,0	-0,4	-0,2	-0,5	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,2	-0,4	-0,2	0,0
13	Селятин	-0,3	-0,5	-0,4	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,2	-0,4	-0,6	-0,3	-0,3
14	Славское	-0,8	-0,9	-0,7	-0,7	-0,5	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,8	-0,5	-0,3
15	Турка	0,1	0,0	-0,4	-0,1	0,1	0,0	-0,1	0,2	-0,2	-0,7	0,4	0,4
16	Ужгород	0,1	-0,2	0,0	-0,1	0,3	0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,4	0,3	0,3
17	Хуст	-0,3	-0,5	-0,5	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,5	-0,5	-0,3	-0,4	-0,2
18	Яворов	1,0	0,7	0,7	0,6	0,9	0,4	0,5	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9
19	Яремча	-0,1	-0,4	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,9	-0,1	0,1

Происходящие изменения климата естественно не могут быть однородными в пространстве и времени. Однако, они должны учитываться при планировании устойчивого развития и функционирования разных технических и экологических систем. Учесть такие последствия возможно на основе климатического прогноза. Существующие в настоящее время климатические прогнозы по определённым сценариям даются обычно в виде базовых климатических показателей отдельных метеорологических величин. Однако, потребителям нужен специализированный прогноз, т. е. в их распоряжении должны быть специальные характеристики климата, которые не прогнозируются ни одним сценарием изменений климата. Выходом из этой ситуации является установление связей между базовыми и специальными характеристиками, на основе которых даётся специализированный прогноз.

Изменения климатических условий особенно важны при учёте влияния погоды на многие стороны жизни человека, начиная от самочувствия людей, экономики и кончая техническими системами, которые в связи с изменением климата требуют изменений в соответствующих нормативных документах, например, пересчёте длительности отопительного периода и т.п.

Таблица 3 – Разности средней месячной относительной влажности (Δf %) за два периода (II-I)

№ п/п	Станция	Месяцы											
		XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	Берегово	2	2	-1	1	3	2	2	1	2	3	2	1
2	Бережаны	1	1	0	1	2	3	3	2	2	1	1	-1
3	Броды	3	1	1	0	0	2	2	1	0	1	-1	-1
4	Долина	1	2	3	1	2	1	1	2	2	2	0	-3
5	Коломыя	-3	0	0	0	1	2	2	1	2	2	0	-2
6	Межгорье	-1	0	-1	-1	-3	0	0	0	0	0	0	-1
7	Мостиська	-1	0	0	0	-1	-1	2	1	-1	1	0	-2
8	Н. Ворота	0	1	1	2	-2	3	3	0	0	-1	-1	0
9	Н. Студеный	2	1	2	4	2	3	2	2	2	2	2	1
10	Пожежевская	1	-1	0	1	3	0	3	2	2	1	1	1
11	Рава-Русская	1	1	1	1	3	4	5	3	3	3	2	-1
12	Рахов	1	3	0	2	0	0	2	0	-1	0	-1	1
13	Селятин	0	1	1	2	2	1	2	3	2	1	0	0
14	Славское	1	2	2	3	2	3	2	1	1	0	1	0
15	Турка	1	1	1	0	0	0	1	-1	0	0	-1	-2
16	Ужгород	0	1	-2	0	0	1	0	1	1	1	0	0
17	Хуст	-1	0	-2	1	2	3	2	2	1	1	0	-1
18	Яворов	0	2	0	0	-2	0	2	0	-1	0	-1	-1
19	Яремча	0	0	1	1	0	0	2	1	2	0	-1	-2

Изменения климатических условий особенно важны при учёте влияния погоды на многие стороны жизни человека, начиная от самочувствия людей, экономики и кончая техническими системами, которые в связи с изменением климата требуют изменений в соответствующих нормативных документах, например, пересчёте длительности отопительного периода и т.п.

Нами детально исследованы медико-биологические условия Украинских Карпат.

Курортно-рекреационная деятельность во многих государствах считается главным потенциалом и существенным фактором экономического развития. Одним из основных рекреационных ресурсов является климат, его особенности способствуют организации различных видов рекреационной деятельности.

Авторами проведено исследование изменений некоторых биоклиматических показателей, а также соответствующих им теплоощущений организма человека в тёплый и холодный сезоны в двадцатом столетии в горных и предгорных районах Карпат.

В этом регионе до 1960 г. в январе и феврале преобладали теплоощущения человека «очень холодно» ($\Delta ET = -23,9 \text{ — } -12,0^\circ\text{C}$). Однако в районе Закарпатской низинной области, а также на внутридолинных станциях наиболее вероятны теплоощущения «холодно» ($\Delta ET = -11,9\text{--}0^\circ\text{C}$), лишь на станции Пожежевская в январе – условия начинающегося обморожения ($\Delta ET = -29,9 \text{ — } -24,0^\circ\text{C}$). В декабре ситуации «очень холодно» преобладали на 10 станциях из 19, на остальных – значения ΔET превышали $-12,0^\circ\text{C}$, что соответствует ощущению «холодно». В конце XX века в градации «очень холодно» остались четыре станции из десяти, но на станциях Пожежевская, Яворов, Нижние Ворота ΔET понизилась в декабре, а на двух последних и в январе, и феврале. В целом же по региону эквивалентно-эффективная температура возросла на $1,5^\circ\text{C}$, что определяет общую тенденцию в Карпатах – зимнее потепление.

Весной на последних двух станциях также отмечается понижение ΔET во всех месяцах сезона, а в апреле и на станции Пожежевская. В среднем в регионе ΔET возросли за весенний сезон на $0,8^\circ\text{C}$, причём наибольшее повышение отмечалось в марте, наименьшее в мае. Март для всех станций в оба периода характеризуется теплоощущениями «холодно». В апреле эта градация ощущений сохраняется в начальном периоде на семи станциях, в конечном на четырёх. В мае прохладная погода преобладает на большинстве станций в течение всего столетия ($\Delta ET = 6,1\text{--}12,0^\circ\text{C}$), и лишь на ст. Пожежевская «холодно». В июне среднее превышение ΔET в Карпатах во втором периоде по сравнению с первым составляет лишь $0,22^\circ\text{C}$. На большинстве станций сохраняется прохладная погода в обоих периодах. В июле изменение ΔET имеет отрицательный знак, т.е. среднее значение этого биоклиматического показателя во втором периоде ниже, чем в первом. Преобладающие тепловые ощущения «умеренно-тёплые», но ближе к нижней границе градации $12,1 \text{ — } 18,0^\circ\text{C}$. Июль в конце XX столетия оказался прохладнее, причём практически на всех станциях не зависимо от условий рельефа. В августе отмечается небольшой рост ΔET , составивший всего $0,2^\circ\text{C}$, теплоощущения человека в оба периода умеренно-тёплые или прохладные (в 45% случаев). На ст. Пожежевская в течение всех месяцев лета очень прохладно. Среднее за лето изменение ΔET составило $-0,03^\circ\text{C}$.

Осенью эквивалентно-эффективная температура снова возросла в среднем по региону на $0,6^\circ\text{C}$. В сентябре тенденция роста этого показателя положительная, хотя и небольшая – $0,45^\circ\text{C}$. За исключением ст. Пожежевская на всех станциях отмечается прохладная погода. Несколько больше среднее ΔET в октябре, оно составляет $0,5^\circ\text{C}$, основная градация теплоощущения «очень прохладно». На высоте 1429 м – холодно. Ноябрьское увеличение среднего значения ΔET больше, чем в остальные осенние месяцы – $0,83^\circ\text{C}$. Максимальное увеличение этого биоклиматического показателя отмечено зимой, оно составило в среднем $1,5^\circ\text{C}$. Таким образом, в годовом ходе весной и в осенне-зимний периоды ΔET имеет положительный знак и практически равно нулю летом (табл. 4).

Особый интерес с точки зрения рекреационных условий в Карпатах представляет зимний сезон, для которого были рассчитаны дополнительные характеристики, оценивающие комфортность погоды в это время года (табл. 5). В первую очередь это суровость погоды S и её изменения по сравнению с первым расчётным периодом (до 1960 г.). По этому показателю во всём регионе, за исключением двух станций, суровость климата понизилась, исключения составляют районы станций Яворов и Нижние Ворота, в Ужгороде – без изменений. Возросли условная температура T_v , приведенная температура T_{np} и температура кожи лица θ_d на всех станциях кроме названных выше.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что самые благоприятные условия для зимней рекреации наблюдаются в районе станций: Броды, Мостиска, Межгорье, Славское, Рахов и Хуст. Летние виды рекреационной деятельно-

сти в районе Карпат следует проводить наиболее активно в июле и августе.

Таблица 4 – Разница (II-I) средних многолетних значений ЭЭТ (°С)

№ п/п	Станция	Месяцы											
		XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	Берегово	0,9	2,0	3,4	1	0,6	0,6	0,6	-0,8	-0,1	-0,3	-0,4	0,6
2	Бережаны	1,9	1,3	1,9	1,9	1,3	0,7	0,6	-0,4	0,4	0,8	1,2	1,8
3	Броды	2,4	1,6	2,1	2,1	1,5	0,8	0,5	-0,1	0,4	1,0	1,5	3,7
4	Долина	0,4	0,8	1,1	0,6	0,6	0,2	0,0	-0,6	0,4	0,7	0,9	0,5
5	Коломыя	1,6	0,8	1,9	1,3	0,1	-0,5	-0,4	-1,1	0,3	-0,3	0,4	1,0
6	Межгорье	6,2	7,1	6,8	4,9	3,9	2,9	2,4	1,3	1,9	3,1	4,4	4,5
7	Мостиська	2,2	2,2	3,5	2,5	2,1	1,4	0,5	0,0	0,6	1,2	1,4	2,3
8	Н. Ворота	-2,3	-1,3	-1,1	-2,1	-1,6	-1,6	-1,4	-1,7	-1,5	-0,8	-1,2	-2,0
9	Н. Студеный	1,1	2,1	2,1	0,7	0,6	0,2	0,2	-0,7	-0,3	0,8	1,0	0,5
10	Пожежевская	-0,4	2,0	1,2	0,3	-0,2	1,3	-0,3	-1,0	0,6	-0,3	-1,2	0,2
11	Рава-Русская	0,0	0,0	1,0	1,0	0,1	-0,1	0,0	-0,8	-0,1	-0,1	0,2	0,0
12	Рахов	0,3	2,1	2,3	1,7	0,2	0,1	-0,2	-1,0	-0,2	0,5	0,1	0,4
13	Селятин	1,3	2,4	1,9	1,1	1,3	1,1	0,8	0,0	0,5	0,9	0,8	1,2
14	Славское	2,7	3,6	3,3	2,1	1,7	0,7	0,7	0,0	0,9	1,4	1,7	1,4
15	Турка	-0,1	0,9	2,3	0,8	0,4	-0,1	-0,2	-0,9	-0,1	0,1	-0,2	-0,2
16	Ужгород	-0,8	0,4	1,5	0,9	0,2	0,3	0,7	-0,2	0,4	-0,2	-0,2	-0,5
17	Хуст	1,5	2,4	3,7	2,0	1,2	0,8	0,8	-0,1	0,1	0,0	0,4	0,7
18	Яворов	-1,6	-1,8	-0,6	-0,7	-0,8	-1,0	-1,0	-1,4	-0,8	-0,7	-0,8	-0,6
19	Яремча	0,1	1,7	1,5	0,7	1,1	0,4	0,2	-0,4	0,2	0,9	0,5	0,6

Таблица 5 – Разница (II-I) средних многолетних значений S (баллы) и T_y (°С)

№ п/п	Станция	ΔS			ΔT_y			ΔT_{np}			θ_t		
		XII	I	II	XII	I	II	XII	I	II	XII	I	II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Берегово	-0,1	-0,2	-0,2	0,3	1,1	2,3	1,1	2,0	3,1	0,4	0,7	1,1
2	Бережаны	-0,1	-0,1	-0,2	1,3	0,8	1,3	2,4	1,6	2,1	0,7	0,5	0,6
3	Броды	-0,3	-0,1	-0,2	1,6	1,0	1,6	3,2	2,2	2,9	0,9	0,6	0,9

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	Долина	0,0	-0,2	-0,2	0,5	0,8	1,2	1,0	1,4	2,5	0,2	0,4	0,6
5	Коломыя	-0,1	-0,1	-0,2	0,7	0,4	1,2	1,3	0,7	2,0	0,4	0,3	0,7
6	Межгорье	-0,4	-0,5	-0,4	3,0	3,5	4,1	5,3	6,0	6,0	1,9	2,2	2,2
7	Мостиська	-0,2	-0,3	-0,4	2,1	1,9	3,0	4,3	3,9	5,7	0,9	0,9	1,4
8	Н. Ворота	0,2	0,1	0,1	-1,0	-0,2	0,1	-2,1	-1,1	-1,0	-0,7	-0,3	-0,3
9	Н. Студеный	-0,2	-0,2	-0,2	1,0	1,7	1,8	1,3	2,0	2,1	0,5	0,8	0,8
10	Пожежевская	0,1	-0,3	-0,1	-0,9	1,8	0,8	-0,6	1,6	0,8	-0,2	0,6	0,3
11	Рава-Русская	0,0	-0,1	-0,1	0,1	0,0	0,9	0,1	0,2	1,3	0,0	0,1	0,4
12	Рахов	0,0	-0,1	-0,2	0,3	1,3	1,9	0,3	2,0	2,2	0,1	0,8	0,9
13	Селятин	-0,1	-0,2	-0,1	0,6	1,2	1,2	1,1	2,0	1,8	0,5	0,8	0,7
14	Славское	-0,2	-0,3	-0,3	1,8	2,4	2,4	2,7	3,3	3,2	1,1	1,3	1,3
15	Турка	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	0,9	2,1	-0,1	0,9	2,2	0,0	0,3	0,9
16	Ужгород	0,0	0,0	0,0	-0,6	0,3	1,2	-0,7	0,6	1,2	-0,2	0,2	0,5
17	Хуст	0,0	-0,1	-0,2	0,6	0,9	2,3	1,0	1,7	2,9	0,5	0,7	1,2
18	Яворов	0,2	0,2	0,1	-1,3	-1,3	-0,4	-2,6	-2,2	-1,5	-0,7	-0,6	-0,3
19	Яремча	0,0	-0,2	-0,1	0,1	1,3	1,2	0,2	1,7	1,5	0,1	0,7	0,6

Аналогичный анализ изменений климата и биоклиматических показателей проведен для Крыма (табл. 6 и 7).

Таблица 6 – Изменения температуры Δt (°C), скорости ветра Δv (м/с), относительной влажности Δf (%) на станциях Крыма

№ п/п	Станция (Н,м)	Месяцы											
		XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δt (°C)													
1	Ай-Петри (1180)	2,7	2,9	3,8	3,0	4,7	3,4	3,5	3,2	3,2	3,5	2,8	3,5
2	Белогорск (188)	1,2	0,5	1,0	-0,1	0,3	-0,1	0,2	-0,4	-0,5	-0,4	-1,3	0,8
3	Караби-Яйла (987)	2,9	3,1	4,0	4,1	5,2	3,9	4,1	3,8	3,7	4,0	3,0	4,0
4	Никитский Сад (208)	0,3	0,2	0,7	0,4	0,7	0,1	0,2	-0,3	-0,3	-0,1	-0,6	0,4
5	Орлиное (268)	4,4	4,7	5,4	5,6	6,8	6,6	6,5	5,9	6,4	6,9	5,8	5,8

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δv (м/с)													
1	Ай-Петри	-0,4	-1,3	-3,2	-2,1	-1,3	-0,4	-0,3	-0,6	-0,8	-1,3	-1,0	0,1
2	Белогорск	-0,2	-0,3	-0,8	-0,6	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	0,0	-0,3	-0,1
3	Караби-Яйла	0,5	0,0	-1,1	-0,8	-0,3	0,0	0,2	0,0	-0,2	-1,7	-0,4	-0,3
4	Ник. Сад	-0,6	0,1	-0,2	-0,5	-0,4	-0,1	0,1	0,2	-0,1	0,0	-0,4	-0,1
5	Орлиное	-0,5	-1,1	-1,4	-0,5	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,6	-1,4	-0,7	-0,8
Δf (%)													
1	Ай-Петри	4	-2	-4	-4	-1	0	0	1	-1	-2	-3	-2
2	Белогорск	-1	-2	0	-1	0	1	-1	1	2	1	-1	-2
3	Караби-Яйла	4	-2	-4	-4	-3	-2	-3	1	-2	-3	-2	-3
4	Ник. Сад	-1	-2	-1	1	0	-2	-1	1	0	2	0	-1
5	Орлиное	1	-1	-2	-1	-3	-1	-2	2	1	2	0	0

Таблица 7 – Разница (II-I) средних многолетних значений биоклиматических показателей

№ п/п	Станция	$\Delta ЭЭТ$ (°С)											
		XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	Ай-Петри	3,6	5,3	8,6	6,3	7,0	4,4	4,4	4,2	4,3	4,0	4,5	4,4
2	Белогорск	1,8	1,4	2,6	0,9	0,8	0,1	0,5	-0,2	-0,2	-0,4	-0,9	1,2
3	Караби-Яйла	3,0	4,3	6,7	6,3	6,9	4,8	4,8	4,5	4,5	4,9	4,2	5,5
4	Ник. Сад	1,3	0,2	1,2	1,2	1,3	0,2	0,1	-0,4	-0,3	-0,1	-0,2	0,6
5	Орлиное	5,9	7,5	8,7	7,3	8,5	7,9	7,4	6,7	7,4	8,6	7,5	8,0

№ п/п	Станция	ΔS			ΔT			ΔT_{np}			θ_l		
		XII	I	II	XII	I	II	XII	I	II	XII	I	II
1	Ай-Петри	-0,3	-0,5	-1,0	3,2	4,7	8,1	3,8	6,4	12,6	1,3	1,8	3,2
2	Белогорск	-0,1	-0,1	-0,2	1,4	0,9	2,0	1,8	1,3	3,2	0,6	0,4	1,0
3	Караби-Яйла	-0,1	-0,3	-0,6	2,2	3,1	5,5	1,5	3,1	7,0	0,9	1,2	2,1
4	Ник. Сад	-0,1	0,0	-0,1	1,1	0,1	1,0	1,9	0,0	1,3	0,5	0,0	0,4
5	Орлиное	-0,4	-0,4	-0,6	5,1	6,2	7,3	5,7	7,7	9,2	2,1	2,7	3,2

Среднее потепление климата в горном Крыму на порядок превышает потепление в Украинских Карпатах. По результатам мониторинга карпатского региона потепление

во втором периоде в среднем составило $0,12\text{ }^{\circ}\text{C}$, в горном Крыму осреднённое по пяти станциям, расположенным на разных высотах, среднее годовое потепление составило $2,61\text{ }^{\circ}\text{C}$. Различия в росте температуры в верхнем ярусе гор (Ай-Петри, Караби-Яйла), и на внутриводолонной станции Орлиное по сравнению со станциями, расположенными на внешней, северной и южной сторонах горной системы очень велики. Среднее годовое увеличение температуры во втором периоде на ст. Караби-Яйла составляет $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, на Ай-Петри $3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, на ст. Орлиное $5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. В предгорной зоне рост температуры отмечается лишь в зимне-весенний период, с июля по октябрь наблюдается устойчивое понижение температуры, хотя в среднем за год на обеих предгорных станциях (Никитский Сад и Белогорск) температура во втором периоде возросла на $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ветровой режим, также как и в Карпатах, характеризуется уменьшением средней скорости ветра на всех станциях и во все сезоны года. В Крыму эта величина составляет $-0,52\text{ м/с}$ (в Карпатах $-0,27\text{ м/с}$).

С ростом температуры климат в горном Крыму стал более засушливым. Относительная влажность в девяти месяцах оказалась ниже, чем в первом периоде в среднем на $1,5\text{-}2\%$. Только в декабре и июле Δf положительно, в августе и сентябре близко к нулю.

Биоклиматические показатели в Крыму в связи с потеплением значительно изменились, эквивалентно-эффективная температура существенно возросла, особенно в осенне-зимний период и весной (табл.7). Если в первом периоде на вершинах гор (ст. Караби-Яйла и Ай-Петри) теплоощущение человека с декабря по март попадали в градации «очень холодно» ($\text{ЭЭТ}=-23,9 - -12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), то во втором периоде в этой градации остаются только январь и февраль, причём значения ЭЭТ очень близки к верхнему пределу градации. Увеличение значений средней по пяти станциям эквивалентно-эффективной температуры $\Delta\text{ЭЭТ}$ в зимние месяцы превышает $3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в феврале достигает $5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, весной эти значения лежат в пределах $4,9 - 3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а летом – порядка $3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом в июле и августе, а также в сентябре и октябре на предгорных станциях (Белогорск и Никитский Сад) $\Delta\text{ЭЭТ}$ имеют отрицательные значения. Преобладают теплоощущения от «холодно» в марте до «прохладно» в апреле и мае, а на ст. Орлиное в мае – «комфортно умеренно-тепло». Летом на высоких станциях «прохладно», на внутриводолонной – комфортно тепло, а на предгорных – «комфортно умеренно-тепло». Суровость климата по Бодману в зимние месяцы заметно снизилась во втором периоде на внутриводолонной и высокогорных станциях и незначительно в предгорьях. Условная температура T_y , приведенная T_{np} и температура лица человека θ_l наименьшие изменения претерпели также в предгорной зоне (табл. 7). Потепление в Крыму сильнее всего сказалось в верхнем ярусе горной системы.

Выводы и перспективы дальнейших исследований данной проблемы. Причиной, побудившей авторов провести анализ динамики климатических и биоклиматических показателей в горных районах Украины, является главным образом проблема потепления климата.

Факт изменения климата в последние десятилетия неоспорим, однако определяющее влияние антропогенных факторов на климат и его колебания у многих исследователей вызывает сомнение.

Межправительственная группа экспертов по изменениям климата (МГЭИК) провела большую работу по анализу и обобщению данных по проблеме антропогенных изменений климата и пришла к выводу, что на основании имеющихся данных и современного уровня знаний о естественных и антропогенных воздействиях и процессах неизвестно насколько установленные изменения климата обусловлены именно антропогенными причинами. Исходя из этого, эффективность Киотского Протокола для будущих изменений климата МГЭИК сочла крайне небольшой, что привело многих ученых

и администраторов к отказу от Киотского Протокола. По этой же причине не подписан и Копенгагенский Протокол.

Происходящие изменения климата не являются однородными во времени и пространстве, что требует изучения колебаний климата в различных регионах с учётом особенностей каждого региона и зависимости этих колебаний от атмосферной циркуляции и условий локального рельефа.

Список литературы

1. *Методические рекомендации по изучению влияния изменений климата на строительство, энергетику, транспорт и здоровье человека.* – С.-П., 2000. – 16 с.
2. *Справочник по климату СССР.* – Л.: Гидрометеиздат, 1960 – 1969. Вып. 10. Ч. 2–4.
3. *Кліматологічні стандартні норми.* – Київ, 2002. – 446 с.
4. *Врублевська О.О., Катеруша Г.П.* Прикладна кліматологія: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: Економіка, 2005. – 131 с.
5. *Борисова С.В., Катеруша Г.П.* Изменения климатических факторов и биоклиматических показателей в Украинских Карпатах //Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – № 7. – С. 74 – 81.
6. *Исаев А.А.* Экологическая климатология. - М.: Научный мир, 2001. – 456 с.
7. *Русанов В.И.* Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского университета, 1981. – 84 с.
8. *Хеншиел Г.* Крупномасштабная и локальная классификация климата с точки зрения биометеорологии человека // Труды Международного симпозиума ВМО (ВОЗ) ЮНЕП.– 1988. – Том 1. – С. 139 – 159.
9. *Адаменко В.Н., Хайруллин К.Ш.* Оценка условий пребывания человека на открытом воздухе зимой с учётом микроклимата застройки // Труды ГГО.– 1969. – Вып. 248. – С. 74 – 81.

Динаміка кліматичних і біокліматичних показників у гірських районах України. Борисова С.В., Катеруша Г.П., Катеруша О.В., Томашпольська Ю.М.

В роботі розглядаються змінювання кліматичних і біокліматичних показників в Українських Карпатах і Криму за сто років. Цей часовий інтервал поділено на два періоди – 1891-1960 рр. та 1961-1990 рр. Порівняння середніх багаторічних значень метеорологічних величин в кожному з них дозволяє зробити висновки про знак і величину трендів як кліматичних, так і біокліматичних показників за весь час дослідження. Аналіз їхніх змін проведено у відповідності з методичними рекомендаціями, розробленими ГГО.
Ключові слова: глобальне потепління, кліматичні фактори, біокліматичні показники, рекреаційний потенціал.

The Dynamics of Climatic Factors and Bioclimatic Indices in Mountain Areas of Ukraine. Borisova S.V., Katerusha G.P., Katerusha E.V., Tomashpolskaya Y.N.

Changes of climatic and bioclimatic indices in the Ukrainian Carpathians and Crimea during a hundred years are considered in the work. This time interval is divided into two periods - 1891 – 1960 and 1961 - 1990. The average perennial meteorological data comparison in the both of them allows to make conclusions about the sign and magnitude of trends of climatic indices and bioclimatic as well for the whole time of survey. Their changes were analyzed in accordance with methodological recommendations, developed by The General Geophysical Observatory.

Keywords: global warming, climatic factors, bioclimatic indices, recreation potential.