

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра екології та охорони довкілля

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

**«Біометеорологічні умови в районі м. Баку (Азербайджан)
у холодний період року»**

**«Biometeorological conditions in the Baku area (Azerbaijan)
in the cold season»**

Виконав(ла): здобувач(ка) денної/заочної форми навчання
спеціальності 101 – Екологія

Освітня програма Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування

Мурадов Мурад Назім огли

Керівник ст. викладач Грабко Н.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент ст. викладач Гарабажій Т.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
екології та охорони довкілля
№ 9 від 13 . 06 . 20 24 р.

Завідувачка кафедри
ЧУГАЙ Ангеліна
(підпис) (прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № _____
протокол № __ від ____ . ____ . 20 __ р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 20 24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 « Екологія »

Освітньо-професійна програма «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри екології та охорони довкілля

Чугай А.В.

“ 25 ” квітня 20 24 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту (ці) Мурадову Мураду Назіму огли

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Біометеорологічні умови в районі м. Баку (Азербайджан)
у холодний період року

Керівник роботи Грабко Наталія Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від “18” грудня 2023 року №272 «С».

2. Строк подання студентом роботи 04 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Результати спостережень на метеорологічній станції Баку за температурою повітря, швидкістю вітру, відносною вологістю і атмосферним тиском у стандартні строки спостережень 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 години у періоди з 1 листопада по 31 березня 2020-2021, 2021-2022 і 2022-2023 років

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) Характеристика природно-рекреаційного потенціалу Азербайджану

2) Методологічні підходи для оцінки біометеорологічних (біокліматичних) умов регіону

3) Результати оцінки біометеорологічних умов в районі міста Баку

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1) Типи клімату Азербайджану – 1 рис.

2) Взаємозв'язок між температурою повітря і відносною вологістю – 1 рис.

3) Шкала Бордмана для характеристики зимового періоду – 1 табл.

4) Класифікація теплової чутливості за значеннями EET – 1 табл.

5) Класифікація зон комфорту за значеннями PEET – 1 табл.

6) Динаміка середньодобових значень показників S, EET і P_{O2} – 3 рис.

7) Динаміка середньомісячних значень показників S, EET і P_{O2} – 3 рис.

8) Повторюваність класів жорсткості погоди S, класів рівня комфорту EET і класів рівня комфорту P_{O2} за роками – 3 рис.

9) Повторюваність класів жорсткості погоди S, класів рівня комфорту EET і класів рівня комфорту P_{O2} за місяцями – 3 табл.

10) Загальна повторюваність діапазонів значень за S, EET P_{O2} – 3 рис.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Усі розділи	Сафранов Т.А., проф.		

7. Дата видачі завдання 25 квітня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Збір матеріалів з подальшою систематизацією, складення змісту завдання, підготовка вступної частини</i>	25.04.24-	75	<i>добре</i>
		06.05.24		
2	<i>Розділ 1 Характеристика природно-рекреаційного потенціалу Азербайджану</i>	07.05.24-	75	<i>добре</i>
		12.05.24		
3	<i>Розділ 2 Методологічні підходи для оцінки біометеорологічних (біокліматичних) умов регіону</i>	13.05.24-	75	<i>добре</i>
		19.05.24		
	<i>Рубіжна атестація</i>	20.05.24-	75	<i>добре</i>
		24.05.24		
4	<i>Розділ 3 Результати оцінки біометеорологічних умов в районі міста Баку</i>	25.05.24-	85	<i>добре</i>
		29.05.24		
5	<i>Остаточне узагальнення отриманих результатів. Складення висновків. Складання переліку посилань. Оформлення додатку.</i>	30.05.24-	85	<i>добре</i>
		31.05.24		
6	<i>Оформлення анотації і супровідних документів до роботи. Підготовка презентаційних слайдів до публічного захисту.</i>	01.06.24-	85	<i>добре</i>
		03.06.24		
7	<i>Підготовка остаточної електронної версії КРБ, передача її на перевірку керівникові, встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату, оформлення протоколу перевірки на плагіат, підпис та складення висновку про допуск до захисту.</i>	04.06.24-	-	-
		09.06.24		
8	<i>Подання КРБ в.о. завідувачеві кафедри і в деканат для перевірки готовності роботи до захисту, підготовки наказу та подання.</i>	10.06.24-	-	-
		15.06.24		
9	<i>Рецензування роботи. Складення авторського договору на розміщення роботи в репозитарії.</i>	16.06.24-	-	-
		19.06.24		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		80,0	

(до десятих)

Студент

_____ (підпис)

Мурадов М.Н. огли

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Грабко Н.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мурадов М.Н. огли Екологічні чинники формування смертності населення Одеської області

Актуальність. Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена вивченню особливостей біометеорологічних умов в районі міста Баку (Республіка Азербайджан) як складової природно-рекреаційного потенціалу Апшеронського півострова, для якого питання розвитку рекреаційно-туристичної діяльності, в тому числі у холодний період року, є дуже важливим завданням.

Метою роботи є визначення, оцінка і аналіз ряду біометеорологічних (біокліматичних) індексів в контексті оцінки комфортності біометеорологічних умов в районі Баку в холодний період року.

Об'єктом дослідження є такі біометеорологічні (біокліматичні) показники як індекс жорсткості (суворості) погоди Бордмана, еквівалентно-ефективної температури і вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі в місті Баку за холодний період року.

Предметом оцінка комфортності біометеорологічних умов в місті Баку в холодний період року на основі таких показників як індекс Бордмана, еквівалентно-ефективна температура і ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі.

Вихідними даними для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра були використані матеріали, які представляють собою результати спостережень за такими метеорологічними показниками як температура повітря, швидкість вітру, відносна вологість і атмосферний тиск на метеостанції Баку протягом трьох холодних періодів 2020-2021, 2021-2022 і 2022-2023 років (з 1 листопада по 31 березня) за кожен стандартний строк спостережень (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 години) кожної доби цих періодів

Методи. Під час виконання роботи використовувалися основні графічні, аналітичні і розрахунково-статистичні методи.

Практичне значення роботи полягає у потенційній можливості використання її результатів під час планування заходів щодо розвитку рекреаційно-туристичного комплексу Азербайджану.

Обсяг та структура роботи. Робота складається зі вступу, 3 основних розділів, висновку і переліку посилань. Обсяг роботи складає 55 с., в т. ч. 14 рис., 6 табл. і 17 літературних джерел.

Ключові слова: біометеорологічні умови, біометеорологічні показники (індекси), показник суворості (жорсткості) зими за Бордманом, еквівалентно-ефективна температура, ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АЗЕРБАЙДЖАНУ	8
2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ОЦІНКИ БІОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ (БІОКЛІМАТИЧНИХ) УМОВ РЕГІОНУ	18
2.1 Біометеорологічні (біокліматичні) індекси	18
2.2 Температурно-вологісні показники	19
2.3 Температурно-вітрові індекси	21
2.4 Температурно-вологісно-вітрові показники (для тіньових просторів)	24
2.5 Температурно-вологісно-вітрові індекси (з врахуванням сонячної радіації)	27
2.6 Індекси патогенності й мінливості клімату	30
2.7 Індекси континентальності клімату	32
2.8 Індекси, що характеризують стан атмосфери	34
3 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ БІОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ В РАЙОНІ МІСТА БАКУ	37
3.1 Індекс жорсткості погоди Бордмана	38
3.2 Еквівалентно-ефективна температура	42
3.3 Ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі	47
ВИСНОВКИ	52
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	54

ВСТУП

За різними даними територія Апшеронського півострова, на якому розташоване місто Баку, характеризується виключним різноманіттям природно-ресурсного потенціалу, а також сприятливим умовам для розвитку рекреаційно-туристичного господарства як у теплий, так і у холодний період року.

В кваліфікаційній роботі на основі матеріалів, які представляють собою результати метеоспостережень за температурою повітря, швидкістю вітру, відносною вологістю і атмосферним тиском на станції Баку протягом холодних періодів (з листопада по березень) 2020-2021, 2021-2022 і 2022-2023 років, була здійснена оцінка і аналіз значень таких біометеорологічних індексів як індекс жорсткості погоди Бордмана, еквівалентно-ефективна температура і ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі з точки зору комфортності зовнішніх умов для знаходження в них людини.

Отже, мета кваліфікаційної роботи полягала у оцінці комфортності біокліматичних умов в районі міста Баку для організму людини на основі встановлених біометеорологічних показників.

Для реалізації цієї мети у першому розділі роботи були охарактеризовані умови природно-рекреаційного потенціалу Азербайджану, в тому числі в районі Баку і показано доцільність врахування біокліматичних умов під час розробки заходів рекреаційно-туристичного характеру.

У другому розділі роботи були охарактеризовані різноманітні біометеорологічні (біокліматичні) індекси, які можна використовувати для реалізації встановленої мети, у тому числі безпосередньо використаних у роботі.

У заключному розділі роботи безпосередньо оцінені і проаналізовані біометеорологічні умови регіону на основі таких біокліматичних показників як індекс жорсткості погоди Бордмана, еквівалентно-ефективна температура і ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АЗЕРБАЙДЖАНУ

Азербайджан розташований у північно-східній частині закавказького регіону, на сході Азії. На сході він омивається Каспійським морем.

Площа території складає 86,6 тис. км². Окрім материкової частини до складу країни входять численні невеличкі острови Каспійського моря (Бакинський й Апшеронський архіпелаги).

Територія Азербайджану характеризується усіма видами рельєфу: гори, низовини, рівнини, западини. Приблизно половина території Азербайджану зайнята горами: на півночі – хребет Великого Кавказу, на північному заході – хребет Малого Кавказу. Найвища точка країни – гора Базардюзю на Головному, або Водороздільному, хребті (її висота складає 4466 м). В середній частині країни знаходиться Куро-Араксинська низовина, на південному сході – Ленкоранська низовина. Надра Азербайджану багаті нафтою, залізною рудою, кольоровими металами та ін. [1]

Азербайджан представляє собою вкрай незвичайну країну щодо кліматичних умов. На її території поєднуються дев'ять з одинадцяти існуючих у світі типів клімату, що пов'язано із різноманітним рельєфом й впливом Каспійського моря [2]. Територіальне розташування кліматичних умов в Азербайджані показано на рис. 1.1.

Метеорологічна ситуація над Каспійським морем й територією навколо нього й клімат формуються під впливом атмосферної циркуляції над Євразією, рельєфом берегової зони моря й поверхнею води [3].

У багатьох випадках над Каспієм формуються свободні морські потоки повітря. Взимку в основному з півночі на Каспій потрапляє арктична погода. Одночасно з гірської території Ірану повітряні потоки потрапляють на море, й зіткнення цих двох повітряних мас високого тиску в середині моря створюють циклонічний повітряний період. Крім цього, на Каспій також впливають циклони Чорного й Середземного морів [4].

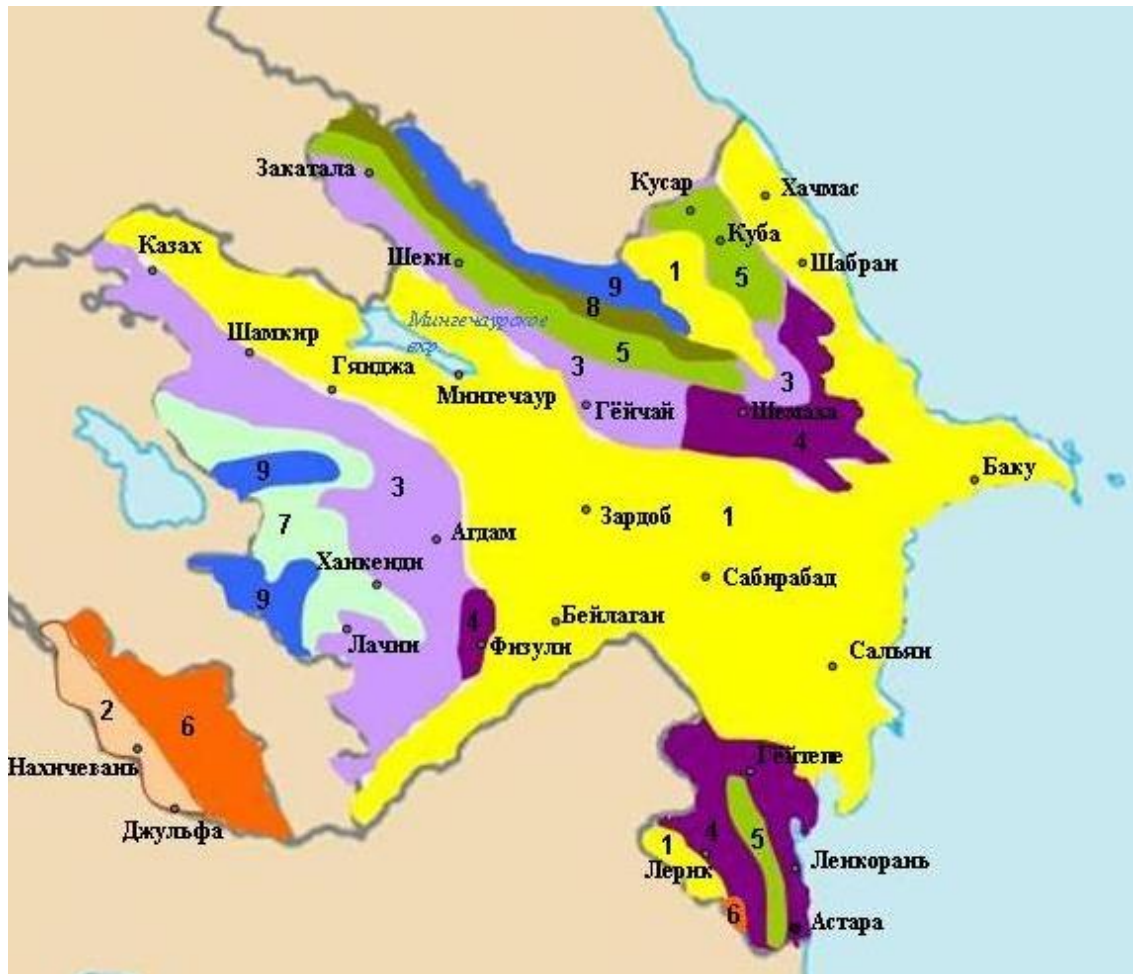


Рисунок 1.1 – Типи клімату Азербайджану: 1 — Клімат напівпустель і сухих степів з помірною зимою і сухим жарким літом 2 — Клімат напівпустель і сухих степів з холодною зимою і сухим жарким літом 3 — Помірно теплий клімат з помірною зимою 4 — Помірно теплий клімат з сухим літом 5 — Помірно теплий клімат з рівномірним розподілом опадів 6 — холодний клімат з сухим літом 7 — холодний клімат із сухою зимою 8 — холодний клімат з великою кількістю опадів 9 — Гірський клімат тундри [1]

Весною сибірський антициклон й циклон Середземного моря просуваються у східному й північно-східному напрямках, в результаті синоптичного процесу повітряні потоки часто міняються. Влітку температурні контрасти згладжуються, слабшають процеси циркуляції в нижніх й верхніх шарах атмосфери. В цей період на синоптичні процеси над Каспійським морем

переважно впливає Азорський максимум. К середині осені вплив Азорського максимуму починає слабшати, зі сходу надходять континентальні повітряні потоки, посилюється західне втручання в атмосферу. Враховуючи, що Каспій знаходиться на порівняно нижній широті, на його поверхню інтенсивно потрапляють сонячні промені, то радіаційний баланс позитивний, а його оцінка складає 60 ккал/см^2 .

У середній та південній частинах Каспію клімат помірний й субтропічний, в північній частині – континентальний [4].

Через те, що Каспій (площиною 1300 км^2) й його водозабірний басейн (площиною 3000 км^2) істотно витягнуті впродовж меридіану й розташовані в глибині континенту, в його кліматі присутні ознаки різкої континентальності. Якщо взимку на півночі Каспію середньомісячна температура повітря $-8 - -10 \text{ }^\circ\text{C}$, то в південній частині температури позитивні: $+8 - +10 \text{ }^\circ\text{C}$. Влітку температура повітря з півночі на південь порівняно вирівнюється (на півночі $24-25 \text{ }^\circ\text{C}$, на півдні – $26-27 \text{ }^\circ\text{C}$) [4].

Вітер – найбільш характерний для Каспію і його оточення гідрометеорологічний фактор. Переважно, спостерігаються ураганні вітри північного напрямку, зі швидкістю $34-40 \text{ м/с}$. Другим за частотою повторів є вітри східного напрямку. На Каспії більш за все спостерігаються вітри на Апшеронському півострові й територіях Махачкала-Дербент. Середні й сильні вітри зазвичай спостерігаються в осінні й зимові місяці. На Апшероні характерними є сильні вітри, які більш відомі як «хазри» [4].

Атмосферні опади нерівномірно розподіляються на акваторії Каспійського моря. Щорічно в середньому на поверхню моря випадає 100 мм опадів. В розподілі опадів вирішальну роль відіграє рельєф берегової зони. На півночі річна кількість опадів складає 300 мм , на заході – від $300-400 \text{ мм}$ до 600 , на північному заході Каспійського моря – 1600 мм , на сході – до 900 мм . На Апшеронському півострові річна кількість опадів складає близько 200 мм .

Середньорічна температура води Каспійського моря взимку в північній й південній частинах дорівнює $0 \text{ }^\circ\text{C}$ й 10°C . Річна температура Середнього

Каспію складає 11-14 °С, зимова й літня температура дорівнює відповідно 6-7 °С й 23-24 °С. На великих глибинах температура 5-6 °С й можна сказати, що змін немає. На східному шельфі Середнього Каспію, шельфі району міста Бекдаш в літні місяці спостерігається аномалія постійної холодної погоди.

Солоність Каспійського моря на півночі, в басейні річки Волга дорівнює 0,3 ‰, тому Північний Каспій сприймається як типовий прісноводний морський басейн. Однак на південь солоність починає різко зростати і всього на відстані 100 км вона складає 10 ‰. Середньорічна оцінка солоності моря в західній частині дорівнює 12,5 ‰, в затоці Кара-Богаз-Гол – більше 300 ‰. Солоність моря змінюється в залежності від сезону. Взимку солоність Каспію збільшується, влітку – падає. Причиною тому є замерзання взимку Волги, яка опріснює Каспій й зменшення її вод [4].

Води Каспію знаходяться у постійному динамічному обміні. Якщо брати в цілому, то рух води подібний до циклону, який рухається проти часової стрілки. На Північному Каспії потоки в основному створює Волга й вони мають південний напрям. Головною причиною виникнення потоків на морі є вітер, тобто тут потоки мають характер дрейфу. Різниця температур між північною й південною частинами створюють різну щільність. А вони в свою чергу сприяють утворенню градієнтних потоків. Градієнтні потоки з'являються звичайно взимку. Причина цього полягає у збільшенні різниці температур протягом зимнього сезону між північною й південною частинами. Характерна оцінка швидкості потоків на Каспії складає 15-20 см/с. Ця оцінка на відстані між островом Жилий й Нафтовими Каміннями доходить до 100 см/с [4].

Каспійське море знаходиться у постійній динаміці. Протягом року на Каспії 250 днів дують середні й сильні вітри, що утворюють поверхневі хвилі різної довжини й висоти. За період з листопада по березень спостерігають 6-бальні хвилі – явище звичайне. Найбільш сильні хвилі висотою 8-10 м й довжиною 100-150 м спостерігаються на Середньому Каспії, Апшеронському

півострові й поблизу Махачкали. Порівняно спокійним вважається період з травня по серпень [4].

Взимку води Каспійського моря замерзають. В умовах звичайного клімату море починає замерзати в середині листопаду. Границя замерзання пролягає по лінії, що поєднує Чеченський острів й півострів Мангишлак. Розкол й танення льоду припадає на другу половину лютого. У роки холодної зими спостерігалось замерзання берегів Апшерону. За останні 70 років на Апшеронському півострові 6-7 разів спостерігалось замерзання й дрейф льоду [4].

Найбільш характерною особливістю, яка відрізняє Каспій від інших крупних водойм, є зміни його рівня в широкому діапазоні. Відповідно до палеогеографічних, археологічних й історичних даних, за останні 3 тисячі років амплітуда змін рівня Каспію складала близько 15 м. За період спостережень з 1837 року найбільш високий рівень (-25,2 м) зареєстрований в 1882 році, мінімальний (-29,0 м) – в 1977 році. За цей час загальний спад рівня склав 3,8 м. На тлі цього загального спаду спостерігалися й підняття. В 1978-1995 роках рівень піднявся на 2,5 м й характеризувався оцінкою, яка дорівнювала -26,5 м [4].

Причини змін рівня моря дослідники пояснюють по різному: за думкою одних – це явище пов'язано із кліматичними факторами, а інші – з геологічними. Проте, більшість геологів схиляються до думки про кліматичний фактор – вони вважають, що основною причиною змін рівня рівня води полягає у кліматичному факторі. Також слід враховувати геологічні й антропологічні фактори. Кліматичнеі фактори охоплюють свій вплив на частини водного балансу Каспію, що потрапляє (води річок, що впадають в море, й опади на поверхні) й виходить (випаровування з поверхні). В результаті порушень змінюється рівень – річні води й кількість опадів не випаровуються з поверхні у великій кількості, збільшують рівень, або, навпаки, зменшують [4].

Враховуючи, що зміни рівня води переважно залежать від кліматичних процесів й поки неможливо прогнозувати клімат, неможливо надати тривалий прогноз змін рівнів води. Усі вони мають виключно ймовірнісний характер [4].

Клімат Азербайджану рівно сприятливий як для літнього, так і для зимового відпочинку. Особливо привабливими можуть бути альпіністські маршрути у гірські райони або відвідування природних заповідників. Купальний сезон на піщаних пляжах Каспійського моря починається у квітні-травні, а умови дозволяють не тільки тривалі катання на скутерах й водних лижах, а й заняття дайвінгом.

Водні ресурси Азербайджану представлені річками й озерами. Усі річки Азербайджану впадають в Каспійське море. На території Азербайджану нараховують близько 1250 малих річок. Більшість з річок належать басейну Кури – крупнішої річки Кавказу довжиною 1515 км й площиною 188 тис. км². Одні з цих річок впадають безпосередньо в Куру, інші в її крупну притоку Аракс, яка є другою за величиною річкою Азербайджану (її довжина 1072 км), треті – безпосередньо в Каспійське море. На річці Кура знаходиться Мінгечаурське водосховище (площиною 605 км²) [1].

У країні також знаходиться 250 озер, більшість з яких – невеличкі. Найбільш крупне озеро Азербайджану – Гаджикабул (площина 15,5 км²). Озеро Беюкшор трохи менше (10 км²). На північно-східному схилі хребта Муровдаг розташована група мальовничих озер, серед яких одне з красивіших на Кавказі – озеро Гейголь [1].

Територія Азербайджанської Республіки має багату флору, яка представлена більш, ніж 4500 видами квіткових рослин, серед яких є рідкісні й ті, що зникають. На території Азербайджану є широколистяні ліси, змішані ліси, туйні ліси, посадки вічнозелених рослин, субальпійське рідколісся, альпійські луки (у горах) [1].

Тваринний світ Азербайджану також дуже різноманітний. У лісах мешкають ведмідь, вовк, олень, рись, дикий кабан. В посушливих регіонах й

рівнинах велика кількість ящірок, отруйних змій та інших рептилій, також водяться зайці, вовки, лисиці.

В долинах Кури й Аракса водяться дикі кабани, косулі, борсуки, шакали. Серед крупних тварин – джейрани. Зустрічається дагестанський тур, косуля, серна. На мілководних затоках Каспійського моря буяє світ птахів – фазани, куріпки, тетереви. Багато птахів прилітає зимувати – качки, гуски, лебеді, чаплі, пелікани, фламінго, баклани та ін [1].

У прісних водах Азербайджану й в Каспійському морі здійснюється лов риби. До найбільш цінних порід риби належать лосось, осетри, білуха, жерех, шамає й мінога. Крім них водяться лящ, сазан та ін.

Взагалі природа країни дуже різноманітна. На її території збереглися навіть унікальні ліси – пам'ятка кайнозойської ери. Вони не зустрічаються більше ніде у світі. Міжнародне значення мають такі заповідники як Кизилагачський, Закатальський й Ширванський. Гирканський заповідник охороняє реліктову рослинність в районі Талишських гір та Ленкоранської низовини. Турианчайський заповідник охороняє славнозвісну ельдарську сосну [1].

Природні комплекси східної частини Великого Кавказу зберігає Ісмаїлінський заповідник, а одне з мальовничих озер світу – Гейголь й природні комплекси Малого Кавказу навколо нього, охороняє Гейгольський заповідник. Не менш цікаві Аггельський, Басутчайський, Караязьський, Кизилагаджський, Пиркулінський, Турианчайський заповідники, а також 16 заказників [1].

У селищі Мардакян на напівпустельному Апшеронському півострові в 40 км від Баку розташований Мардакянський дендрарій. Територія, на якій розташований Інститут дендрології Національної академії наук Азербайджану в 1895-1920 роках був приватною дачею філантропа й нафтового мільонера Муртузи Мухтарова. В 1926 році відомий ботанік М.І. Вавілов заснував у селищі Мардакян на базі колишнього пригороднього совхозу Східно-закавказький філіал інституту. Після низки реорганізацій й перейменованих у

2014 році заклад отримав назву Інституту дендрології, який в наш час є членом Світових Ботанічних гаїв і співпрацює з більш, чим 100 ботанічними садами [4].

Мардакянській дендрарій знаходиться у 4,5 км від берега Каспійського моря. Територія дендраріям складає 12 га. А 80-85 % площі дендрарію створено з вапняків, перекритих власними продуктами вивітрювання. Ґрунтовий покрив Мардакянського дендрарію представлений різними ґрунтовими комбінаціями. З віддаленням від моря у комплексі з пісками зустрічаються більш важкі супіщані й легкі суглинисті ґрунти. Глибина яких більшою частиною незначна – від 0,5-0,7 до 1,5 м. В рослинному покриві переважають ефемери, природна деревинна й чагарникова рослинність майже відсутня, лише між скелями зустрічається крушина Палласа, жимолость грузинська, тамарикс, диклий інжир й деякі інші рослини [4].

Рослинність дендрарію існує на привезеному з Ленкорані ґрунті й на штучному поливі. Вода отримується з глибоких колодязів, які пробиті через товщу вапнякових плит до глибини 30-80 м. Вода з колодязів відкачується у басейни, з яких по трубах розподіляється по території парку. Басейни були побудовані у 1903-1905 роках. За думкою директора Мардакянського дендрарію Тофіка Мамедова загальна кількість флори й фауни в дендрарії складає близько 1700 [5].

Основні види діяльності Мардакянського дендрарію полягають у [4]:

- вивченні біорізноманіття популяцій, впровадженні й селекції для розширення ареалу рослин, що культивуються у природних умовах й збереження їх генофонду;
- дослідженні сортових дерев в Азербайджані, збереженні генофонду видів на основі популяцій в регіоні й шляхів проектування селекційних робіт; в оцінці різноманіття нових декоративних сортів дерев й чагарників;

– виборі асортименту дерев й чагарників для проектування лісових, міських й лісопаркових ландшафтів.

Дослідження проводяться у 8 лабораторіях і включає в себе багато аспектів біології дерев, фундаментальні дослідження, включаючи аналіз невідомих процесів, відносин й описів.

Слід приділити увагу таким відділам Мардакянського дендрарію як відділ дендрології відділ рослин промислового значення.

До першого входять [4]:

– Лабораторія впровадження рослин, основна наукова діяльність якої полягає в адаптації дерев й чагарників кліматичним умовам республіки, підтриманню рідких й зникаючих видів рослин й дерев;

– Лабораторія декоративної архітектури займається питаннями формування різновидів деревинних порід для лісових і паркових ландшафтів, визначенні пріоритетних напрямів впровадження деревинних рослин в регіоні й створенні сучасного збору.

– Лабораторія гербарію й посіву, її основна наукова діяльність полягає у збиранні гербаріїв: довгостроковому збереженню та криоконсервації насіння. Також це гормональна стимуляція квітнення й плодоносіння, виробництво високоякісного насіння.

– Лабораторія екології рослин розглядає питання впливу біотичних й абіотичних факторів на зростання, розвиток і здоров'я дерев; механізми впливу промислових забруднень на дерева; вивчення генетичних і екологічних аспектів дерев; дендрохронічної оцінки стану здоров'я дерев; оцінки майбутніх екологічних наслідків впровадження деревинних рослин, пов'язаних з трансформацією місцевих рослинних груп в екзотичному середовищі.

– Лабораторія дендрохронології вивчає токсономію роду в природній і культурній флорі; біометричний аналіз таксономічних рангів спірних таксонів;

географічні варіації в природному діапазоні таксонів; а також здійснюють хронологічні описи дендрофлори регіонів.

– Лабораторія по захисту рослин займається арбенхронологічними дослідженнями, обумовленими впливом факторів довкілля й масовим збільшенням комах; визначенням патогенності організмів, що викликають серйозні захворювання дерев.

Відділ рослин промислового значення складається з таких лабораторій [4]:

– Лабораторія рослин з ефірними маслами здійснює такі аспекти наукової діяльності як відбір, групування, підбір важливих рослин в природній флорі Азербайджану й підготовці пропозицій з їх використання в різних галузях промисловості.

– Лабораторія фітохімії і медичної ботаніки здійснює збільшення біологічних ресурсів й сприяє фітотерапії; мобілізація рослинних ресурсів Азербайджану для захисту здоров'я населення.

На території Мардакянського дендрарію здійснюється впровадження лікарських рослин; вивчення перспектив збагачення сировинної бази лікарських рослин шляхом відбору цінних нових видів, біологічно активних речовин з флори Азербайджану; дослідження мінливості видів біохімічних характеристик лікарських рослин; фотохімічний скринінг, вивчення їх комплексного і ефективного використання; придбання й використання нових вітамінних і терапевтично-профілактичних продуктів особливого походження [4].

Усі перелічені аспекти й фактори вказують на багатий й різноманітний потенціал щодо розвитку рекреаційно-туристичного комплексу господарства Азербайджану, важливою складовою якого є біокліматичний потенціал території, який буде досліджений у наступних розділах.

2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ОЦІНКИ БІОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ (БІОКЛІМАТИЧНИХ) УМОВ РЕГІОНУ

Методику оцінки кліматичної комфортності території можна поділити на шість етапів:

1. Аналіз фізико-географічних умов території й створення бази кліматичних даних.
2. Ранжування, присвоєння балів «інформативності» біокліматичним показникам (індексам), відбір найбільш інформативних з них.
3. Створення бази біокліматичних даних на основі розрахунку обраних показників.
4. Розробка інтегрального показника кліматичної комфортності.
5. Розрахунок медико-біометеорологічного прогнозу захворюваності населення.
6. Районування території за значеннями максимально інформативних показників.

2.1 Біометеорологічні (біокліматичні) індекси

Біометеорологічні (біокліматичні) показники (або індекси) є опосередкованими індикаторами оцінки стану довкілля, що характеризують особливості її теплової структури у фізичному плані. Реакція на вплив окремого метеорологічного елемента (або їх сукупності) може проявлятися миттєво або пролонговано, а тривати протягом годин, діб днів, або періоду, порівняного з тривалістю людського життя. Спроби зв'язати найбільше число факторів довкілля, що впливають на теплосприйняття в загальний показник, знайшли вираження у вигляді індексів. В наш час відомі й використовуються для розрахунків більш 30 (за іншими даними, навіть, 50) біометеорологічних показників – індексів, які умовно можна поділити на 7 основних груп [5, с. 37-49]:

1. Перша група – температурно-вологісні показники.
2. Друга група – температурно-вітрові (індекси холодного стресу);
3. Третя група – температурно-вологісно-вітрові (для тіньових просторів);
4. Температурно-вологісно-вітрові (з врахуванням сонячної радіації);
5. Пята група – індекси патогенності й мінливості клімату.
6. Шоста група – індекси континентальності клімату.
7. Індекси, що характеризують стан атмосфери.

2.2 Температурно-вологісні показники

До показників цієї групи належать [5, с. 37-49]:

ET – ефективна температура нерухомого повітря;

DI – індекс дискомфорту (за класифікацією, запропонованою у США);

DY – індекс дискомфорту (за класифікацією, запропонованою дослідниками з Японії).

Ефективна температура (ET) як основний біокліматичний показник організму людини може відчувати однакові теплові відчуття за умови різних поєднань метеорологічних елементів. Ряд поєднань значень температури оточуючого повітря й відносної вологості, що викликає однаковий ефект теплосприйняття, отриманий шляхом досвіду. На рис. 2.1 представлений графік залежності між температурою повітря t і відносною вологістю f , отриманий з використанням емпіричних даних. Загальна залежність дуже добре описується за допомогою рівняння лінійної регресії першого ступеню, а ще краще поліномом другого ступеню, вказаним на рис. 2.1.

Теплові навантаження мають категорії, які оцінюються за значеннями ET для різних сезонів окремо.

Температурно-вологісний індекс Тома, який використовується в США і дозволяє оцінити теплосприйняття в балах, він розраховується за такою формулою:

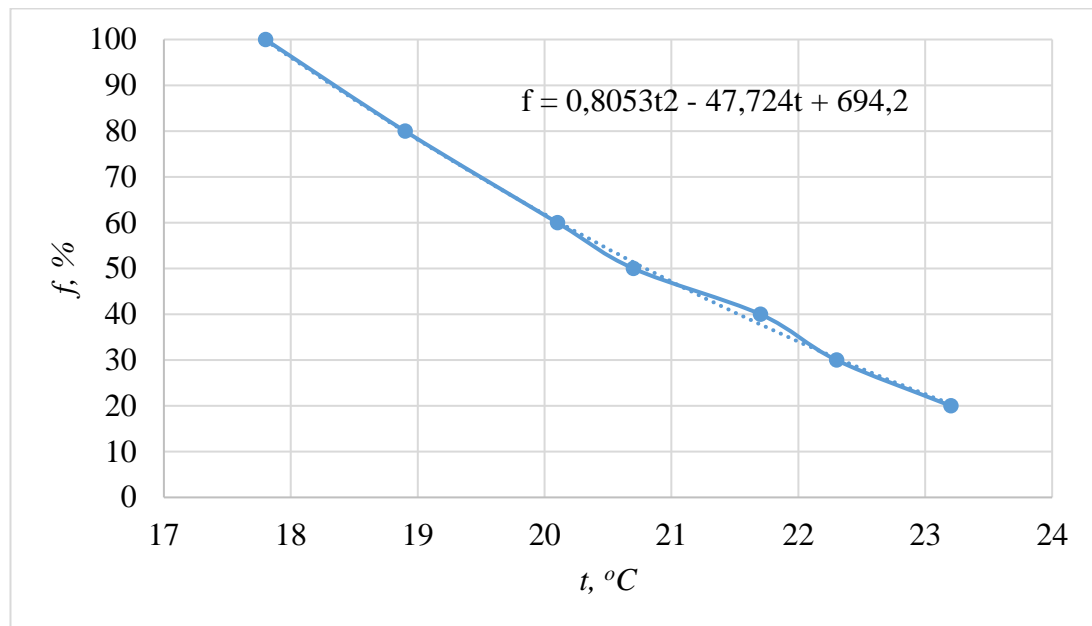


Рисунок 2.1 – Взаємозв'язок між температурою повітря t й відносною вологістю f :

$$DI = 0,4(T_C + T_{CM}) + 15, \quad (2.1)$$

де DI – температурно-вологісний індекс Тома, бали;

T_C – температура сухого термометра, °C;

T_{CM} – температура змоченого термометра, °C.

Нормальне теплосприйняття згідно до індексу Тома відповідає значенням $DI < 70$.

Для індексу DY (який використовується в Японії) зона нормального теплосприйняття знаходиться у межах $60 < DI \leq 70$, його також розраховують у балах за такою формулою [5, с. 40]:

$$DI = 0,99T + 0,36T_d + 41, \quad (2.2)$$

де DY – температурно-вологісний індекс (Японія), бали;

T – температура повітря, °C.

T_d – темп температура точки роси, °C.

2.3 Температурно-вітрові індекси

Ця група показників включає такі індекси:

$W (K)$ – вітро-холодовий індекс по Сайплу;

WC – уточнений вітро-холодовий індекс по Кендалу;

S – бал суворості погоди по Бордману;

T – коефіцієнт жорсткості погоди по І.А. Арнольдї;

H – індекс вітрового охолодження по Хїллу;

S_o – коефіцієнт жорсткості погоди по І.М. Осокїну;

$EШТ$ – еквівалентно-штильова температура.

Під час оцінки теплосприйняття велике значення має вітер. Тому Сайплом у 1957 році для оцінки впливу негативної температури повітря й швидкості вітру на тепловий стан людини запропонований «вітро-холодовий індекс», який визначається за таблицями або номограмами, з використанням формули:

$$W (K) = ((100V)^{0,5} + 10,45V)(33-t), \quad (2.3)$$

де $W (K)$ – вітро-холодовий індекс, ккал/(см²год.);

V – швидкість вітру, м/с;

t – температура повітря, °С [6, с. 96].

Вітро-холодовий індекс Сайпла дозволяє оцінити охолодження організму людини під впливом певних швидкостей вітру під час різних коливань температури повітря.

Одним з найбільш відомих індексів, що служать для оцінки суворості зимових умов, є індекс Бордмана, що показує «жорсткість» погоди. В основу розрахунків покладено час, необхідний для охолодження ємності з водою від температури +30 °С до -20 °С. Суворість погоди визначаються за формулою [5, с. 40; 6, с. 95; 7, с. 118; 8, с. 19]:

$$S = (1 - 0,04t)(1 + 0,272V), \quad (2.3)$$

де S – вітро-холодовий індекс, бали;

V – швидкість вітру, м/с;

t – температура повітря, °С.

У табл. 2.1 представлені діапазони балів суворості (жорсткості) погоди за шкалою Бордмана.

Таблиця 2.1 – Шкала Бордмана для характеристики зимового періоду [6, с. 95; 7, с. 119]

Бал суворості (жорсткості) погоди S , бали	Характеристика зими
<1	Несурова, м'яка
1-2	Малосувора
2-3	Помірно-сувора
3-4	Сувора
4-5	Дуже сувора
4-6	Жорстко сувора
>6	Вкрай сувора

Однак, цей показник мав певні недоліки – за умови одного й того ж балу й однієї й тієї ж швидкості вітру спостерігається великий діапазон розходження температур. І.М. Осокін здійснив спробу уточнити формулу, ввівши додаткові коефіцієнти (для врахування висоти місцевості, впливу відносної вологості й добових коливань температури) й змінивши константи перед температурою й швидкістю вітру. Але, отримані за допомогою уточненої формули результати не відповідають дійсності – різні за умовами міста характеризувалися однаковими за значенням коефіцієнтами жорсткості погоди. Було здійснено висновок, що введені І.М. Осокіним у формулу Бордмана константи й коефіцієнти не відображають реальної погодної ситуації, тому для оцінки «жорсткості погоди» доцільніше використовувати формулу Бордмана у її початковому вигляді.

Коефіцієнт «жорсткості погоди» за І.А. Арнольдї – це емпіричний показник у відповідності з яким збільшення швидкості вітру на 1 м/с умовно прирівнюється до зниження температури повітря на 2 °С і розраховується за формулою[6, с. 91; 7, с. 120]:

$$T = t - 2 V, \quad (2.4)$$

де T – коефіцієнт «жорсткості погоди» за І.А. Арнольдї, °С;

V – швидкість вітру, м/с;

t – температура повітря, °С.

Є вказівки, що значення коефіцієнту T корелюють з фізіологічними даними. Ступінь функціонального навантаження систем терморегуляції оцінюється таким чином:

- від 0 °С до -15 °С – навантаження апарату терморегуляції слабе;
- від -16 °С до -29 °С – середнє;
- від -30 °С до -45 °С – сильне;
- від -45 °С й нижче – надмірне.

Індекс T не тільки відображає ступінь суворості зимових умов, але й дозволяє визначити потребу людини в одязі, що забезпечує йому тепловий комфорт за умови роботи на відкритому повітрі.

Індекс вітрового (сухого) охолодження за Хілом визначається за формулою:

$$H = (0,13 + 0,47V^{0,5})(36,6 - T_H), \quad (2.5)$$

де H – індекс вітрового (сухого) охолодження, Вт/м²;

V – швидкість вітру, м/с;

T_H – температура навколишнього середовища, °С.

Температури за значеннями H поділяються на:

- 0,35 – жарко;
- 0,6-0,9 – комфортно;

- більш 1,7 – холодно;
- більш 2,3 – екстремально холодно.

При значеннях H більш за 1,7 Вт/м² можливі випадки обмороження. Індекс вітрового охолодження за Хіллом можна визначати й з врахуванням поправки за рахунок пружності водяної пари.

Поняття «еквівалентно-штилевої температури» ввели А. Бартон і О. Едхолм. Вона характеризує теплосприйняття людини в залежності від швидкості вітру, яка залежить від величини загальної тепловіддачі й теплоізоляції повтря, розраховується за формулою:

$$EШТ = t - n\Delta t, \quad (2.6)$$

де ЕШТ – еквівалентно-штильова температура, °С;

t – температура повітря, °С;

n – відношення теплопродукції в покої до теплопродукції за умови виконання роботи;

Δt – поправка до температури за умови різних швидкостей вітру, °С.

Екстремально-штильова температура враховує й ступінь рухливості людини:

- $n = 1$ – відповідає стану спокою; $n = 2$ – стану виконання легкої роботи;
- $n = 3$ – роботі середньої важкості; $n = 4$ – важкій роботі.

2.4 Температурно-вологісно-вітрові показники (для тіньових просторів)

До цієї групи показників належать:

ЕТ – еквівалентно-ефективна температура (показник теплової чутливості з врахуванням вітру);

ЕЕТ – еквівалентно-ефективна температура;

НЕЕТ – нормальна еквівалентно-ефективна температура (показник теплової чутливості з врахуванням впливу вітру для вдягненої людини).

Дослідження сумарного впливу метеорологічних факторів на тепловий стан людини проводяться з використанням температурних шкал й індексів, в тому числі, емпіричними методами, побудованими на аналізі теплового балансу людини. Виходять з того, що організм людини може лише пасивно реагувати на вплив зовнішнього середовища, але без участі здатності організму адаптуватися до погодних умов, фізіологічних особливостей різних груп людей, стану їх здоров'я. Оцінюючи тепловий стан людини й ступінь дискомфорту, Хаутон і Яглоу в 1923 році ввели поняття «ефективної температури» ЕТ – це температура нерухливого повітря, насиченого водяною парою. Формула розрахунку ЕТ була запропонована А. Місенардом і має такий вигляд:

$$ET = t - 0,4(t - 10) \left[1 - \frac{f}{100} \right], \quad (2.7)$$

де ЕТ – ефективна температура, °С;

t – температура повітря, °С;

f – відносна вологість, %.

В залежності від температури повітря міняється й вплив вологості на ЕТ, якщо температура нижче +10 °С – навпаки. Ця формула для нерухливого повітря й вона відображає залежність теплової чутливості людини від впливу вітра, тому А. Місенард ввів ще один показник – ЕЕТ, що враховує вплив температури, вологості повітря й швидкості вітру [5, с. 40; 6, с. 83; 7, с. 109; 10, с. 6; 11, с. 8-21; 12, с. 148-155]:

$$EET = 37 - \frac{37-t}{0,68-0,0014f+\frac{1}{1,76+1,4V^{0,75}}} - 0,29t \left[1 - \frac{f}{100} \right], \quad (2.8)$$

де ЕЕТ – показник залежності теплової чутливості людини від впливу вітру, еквівалентно-ефективна температура, °С;

t – температура повітря, °С;

V – швидкість вітру, м/с;

f – відносна вологість, %.

Біокліматичний показник ЕЕТ цінний тим, що його значення можна використовувати під час оцінки як холодного, так і теплого сезонів року. ЕЕТ оцінює теплосприйняття оголеної до поясу людини. ЕЕТ не враховує адаптаційні властивості людини, характер роботи, стан здоров'я, фізіологічні особливості різних людських груп, а також вплив сонячної радіації на теплосприйняття.

Цей показник найкраще відображає вплив кліматичних умов на стан людини. Істотним недоліком цього показника (з гігієнічної і фізіологічної точки зору) є те, що за 1 градус ефективної температури приймається температура повітря при 100 % вологості й відсутності вітру. Однак, цей показник добре відображає теплосприйняття людини. Зміна певних фізіологічних функцій організму відбувається паралельно зі змінами значень ЕЕТ. В табл. 2.2 представлена біокліматична класифікація ЕЕТ, що дозволяє оцінити теплосприйняття людини:

Для оцінки теплосприйняття вдягнутої людини (літній однотипний одяг) І.В. Бутьєвою була запропонована формула нормальної еквівалентно-ефективної температури [6, с. 83] :

$$NEET = 0,8EET + 7, \quad (2.9)$$

Де NEET – нормальна еквівалентно-ефективна температура, °С;

EET – еквівалентно-ефективна температура, °С.

Американські фахівці з опалення й вентиляції запропонували границі комфортних умов в діапазоні 17,2 – 21,7 °С. Для території України дуже часто використовується діапазон комфортних умов 13,5 – 18 °С.

Таблиця 2.2 – Класифікація теплової чутливості за значеннями ЕЕТ [5, с. 44]

Інтервал еквівалентно-ефективної температури ЕЕТ, °С	Рівень комфорту
> 30	Теплове навантаження сильне
24 – 30	Теплове навантаження помірне
18 – 24	Комфортно-тепло
12 – 18	Комфорт (помірно-тепло)
6 – 12	Прохолодно
0 – 6	Помірно прохолодно
0 – -6	Дуже прохолодно
-6 – -12	Помірно прохолодно
-12 – -18	Холодно
-18 – -24	Дуже холодно
< -24	Загроза обмороження

2.5 Температурно-вологісно-вітрові індекси (з врахуванням сонячної радіації)

РЕЕТ – радіаційна еквівалентно-ефективна температура, оцінюється фахівцями як один з найбільш інформаційних індексів;

БАТ – біологічно активна температура

Тпр – індекс приведеної температури по В.М. Адаменко і К.Ш. Хайруліну та ін.

Комплексні індекси ЕТ, ЕЕТ і НЕЕТ мають недолік, який полягає в тому, що він не враховує результати актинометричних спостережень для врахування впливу сонячної радіації на теплосприйняття людиною Г.М. Шелейхвоський запропонував більш повний показник – радіаційну еквівалентно-ефективну

температуру РЕЕТ. Він впровадив необхідні константи у формулу й показник отримав такий остаточний вигляд:

$$PEET = 125 \ln[1 + 0,02T + 0,01(T - 8)(f - 60) - 0,045(33 - T)V^{0,5} + 0,185\beta], \quad (2.10)$$

де T – температура повітря, °С;

f – відносна вологість, %;

V – швидкість вітру, м/с;

β – поглинена поверхнею тіла сонячна радіація, кВт/м² ($\beta = \varepsilon(1 - \alpha)$, де ε – інтенсивність сонячної радіації; α – альbedo шкіри людини).

За пропозицією Е.Г. Головіної й В.І. Русанова РЕЕТ можна визначати за формулою:

$$PEET = HEET + 6,2, \text{ або} \quad (2.11)$$

$$PEET = 0,8HEET + 12, \quad (2.12)$$

де РЕЕТ – радіаційна еквівалентно-ефективна температура, °С;

HEET – нормальна еквівалентно-ефективна температура, °С;

EET – еквівалентно-ефективна температура, °С.

Значення РЕЕТ використовують для характеристики кліматолікувальних властивостей регіону, використовуючи розраховані значення під час геліотерапії (при цьому обов'язково враховується, чи пігментована шкіра пацієнта). Зони комфорту для РЕЕТ представлені в табл. 2.3.

Біологічно активна температура навколишнього середовища визначається впливом температури повітря, вологості повітря, швидкості вітру, сумарної радіації і довгохвильової радіації підстилаючої поверхні. Вона визначається за формулою [6, с. 90; 13, с. 107; 14, с. 66]:

$$BAT = 0,8HEET + 9, \quad (2.13)$$

де БАТ – біологічно активна температура, °С;

HEET – нормальна еквівалентно-ефективна температура, °С.

Таблиця 2.3 – Класифікація зон комфорту за значеннями РЕЕТ [5, с. 47]

Інтервал радіаційної еквівалентно-ефективної температури РЕЕТ, °С	Рівень комфорту
> 37	Теплове навантаження сильне
32,4 – 37	Теплове навантаження помірне
27 – 32	Комфортно-тепло
21 – 27	Комфорт (помірно-тепло)
17 – 21	Прохолодно
12 – 17	Помірно прохолодно
7 – 12	Дуже прохолодно
2 – 7	Помірно прохолодно
-3 – 2	Холодно
-8 – -3	Дуже холодно

Зона комфорту для цього показника знаходиться в межах 10-20 °С.

Індекс «приведеної температури» T_{np} запропонований В.М. Адаменко – К.Ш. Хайрулінім. Цей індекс враховує нагрівання відкритих поверхонь тіла людини за рахунок сонячної радіації і розраховується за такою формулою [6, с. 97]:

$$T_{np} = T - 8,2 + V^{0,5} + Q_r \quad (2.14)$$

$$Q_r = \frac{2,5B_0}{0,04 + 0,8\sqrt[3]{eV}} \quad (2.15)$$

де T_{np} – індекс приведеної температури, °С;

T – температура повітря, °С;

V – швидкість вітру, м/с;

Q_r – радіаційна добавка;

B_0 – радіаційний баланс поверхні тіла, що пом'якшує холодний дискомфорт під час досягнення певної величини обігрівання обличчя й рук людини, кВт/м²;

e – парціальний тиск водяної пари, гПа.

2.6 Індекси патогенності й мінливості клімату

До показників цієї групи належать:

I – індекс патогенності метеорологічної ситуації за В.Г. Бокшею;

P_{O_2} – ваговий вміст кисню в повітрі за В.Ф. Овчаровою та ін.

Ступінь подразнюючого впливу погодних факторів на людину може бути визначений за індексом патогенності метеорологічної ситуації, запропонований В.Г. Бокшею:

$$I = I_t + I_f + I_v + I_n + I_{\Delta p} + I_{\Delta t}, \quad (2.16)$$

де I – індекс патогенності метеорологічної ситуації, бали;

I_t – індекс патогенності температури;

I_f – індекс патогенності вологості повітря;

I_v – індекс патогенності вітра;

I_n – індекс патогенності хмарності;

$I_{\Delta p}$ – індекс патогенності міждобової мінливості атмосферного тиску;

$I_{\Delta t}$ – індекс патогенності міждобової мінливості температури;

$$n = 10 - 10S_{\phi}/S_m;$$

S_{ϕ} – максимально можлива тривалість сонячного сяйва, годин;

S_m – фактична тривалість сонячного сяйва, годин;

$$I_t = 0,02(18 - t)^2 \text{ при } t < 18 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$I_t = 0,02(t - 18)^2 \text{ при } t > 18 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Розрахунок індексу здійснюється за формулою:

$$I = 10^{\left[\frac{h-70}{20}\right]} + 0,2v^2 + 0,6n^2 + 0,06(\Delta p)^2 + 0,3(\Delta t)^2 + I_t, \quad (2.17)$$

де I – індекс патогенності метеорологічної ситуації, бали;

h – висота Сонця, °;

v – швидкість вітру, м/с;

$n = n = 10 - 10S_{\phi}/S_m$ (як у формулі 2.14)

Δp – міждобова мінливість атмосферного тиску, гПа;

Δt – міждобова мінливість температури повітря, °С;

I_t – індекс патогенності температури.

За наявності даних про сонячну й геомагнітну активність можна отримати значення повного коефіцієнта патогенності, розрахувавши індекси патогенності імпульсного електромагнітного поля атмосфери, геомагнітного поля й сонячної активності.

В наслідок багаторічних кліматофізіологічних дослідів В.Ф. Овчарової було запропоновано такий індекс як ваговий тиск кисню в повітрі (парціальна щільність кисню) для медичної класифікації погоди. Внаслідок добової й сезонної динаміки основних метеоелементів (температура повітря, вологість, атмосферний тиск) відбувається перерозподіл у просторі й часі парціального тиску кисню в повітрі, що проявляється із тою ж періодичністю у вигляді гіпоксії (недостатність кисню) або гіпероксії (надлишок кисню). Погодна гіпоксія, за висновком В.Ф. Овчарової, спостерігається за умови встановлення зони зниженого атмосферного тиску (циклони, луговини) й при проходженні теплового атмосферного фронту, а гіпероксія – у зоні підвищеного атмосферного тиску (антициклони, гребні) і під час проходження холодного атмосферного фронту.

Вагова щільність кисню (ваговий вміст кисню в повітрі) розраховується за формулою [9, с. 81]:

$$P_{O_2} = 0,2315 * 10^3 \frac{(P-e)}{RT}, \quad (2.18)$$

де P_{O_2} – ваговий вміст кисню в повітрі, г/м³;

P – атмосферний тиск, гПа;

e – парціальний тиск водяної пари, гПа;

T – температура повітря, К;

R – газова стала для сухого повітря.

З формули розрахунку P_{O_2} витікає, що атмосферне повітря в умовах рівнини тим більше насичений киснем, чим більше атмосферний тиск й чим нижче температура й парціальний тиск водяної пари [11, с. 8-21].

Виходячи з цього, зрозуміло, чому більш легко дихати взимку (через притік холодних, насичених киснем повітряних мас) й важко – влітку (через прихід циклонів з високими температурами й високим вмістом в повітрі водяної пари).

Вважається, що вміст кисню в повітрі від 280 до 300 г/м³ є комфортним. А згідно з дослідженнями, безпосередньо присвяченими властивостям кисню, діапазон таких значень може складати 275 – 300 г/м³.

2.7 Індекси континентальності клімату

В цю групу біокліматичних індексів включено такі показники, як:

K – індекс контрастності погоди за В.І. Русановим

БІСМ – біологічний індекс суворості метеорежиму та ін.

В наш час існує ряд методів класифікації клімату з точки зору впливу атмосферних процесів на організм людини. Для цього використовується поняття погоди моменту спостережень, тобто комплекс метеорологічних величин, що спостерігається в цей момент часу. Класифікація погоди моменту (КМП) була запропонована В.І. Русановим і поєднує все різноманіття погодних умов за класами. Кожен тип обмежений виключно певним інтервалом температури повітря, вологості, швидкості вітру й нижньої хмарності, яка використовується як опосередкований показник радіаційного режиму [15, с. 268-274].

При температурі повітря вище 0 °С виділялися 8 класів погоди моменту:

I – жарка й суха погода;

II – тепла;

III – комфортна;

IV – прохолодна;

V – холодна;

VI – різко холодна;

VII – жарка й волога;

XIII – погода при позитивній температурі повітря зі швидкістю вітру вище 15 м/с.

При температурі повітря нижче 0 °С виділено 5 класів погоди:

VIII – м'яка погода;

IX – помірно сувора;

X – сувора;

XI – дуже сувора;

XII – вкрай сувора (до цього класу відносять й усі типи погоди при будь-якій негативній температурі й при швидкості вітру більше 15 м/с).

Класи погоди моменту, що характеризують терморегуляційні реакції організму людини, дозволяють оцінити ступінь функціонального напруження систем терморегуляції, режими праці й кліматотерапії на відкритому повітрі, теплоізоляцію одягу при різних класах. Крім того, така класифікація дозволяє розкрити метеорологічну структуру, що обумовлює типи й класи погоди [16, с. 31-37].

Індекс мінливості погоди K по В.І. Русанову, що дозволяє здійснити оцінку мінливості погоди за період (місяць, сезон) розраховують за формулою:

$$K = 100 \frac{M_k}{N}, \quad (2.19)$$

де K – індекс мінливості погоди, %;

M_k – число контрастних змін періодів з однотипною погодою;

N – число днів в досліджуваному періоді.

Для оцінки суворості клімату північних й територій гір використовується індекс суворості метеорологічного режиму БІСМ за В.Ш. Белкіним, що визначається за формулою:

$$\text{БІСМ} = \frac{T(P-226)(1-0,02V)}{75mk}, \quad (2.20)$$

де БІСМ – біологічний індекс суворості метеорежиму, умовних одиниць;

T – температура повітря, оС;

P – атмосферний тиск, гПа;

V – швидкість вітру, м/с;

m – коефіцієнт впливу відносної вологості;

k – коефіцієнт впливу сонячної радіації.

Цей індекс відносно універсальний, оскільки надає можливість враховувати вплив на організм людини не тільки низьких температур, а й спекотних умов пустель, а також надлишок ультрафіолетового випромінювання (в умовах гір). При значеннях БІСМ в діапазоні 4,0-4,99 спостерігаються абсолютно дискомфортні кліматичні умови, при 5,0-5,99 – екстремально-дискомфортні, при 6,0-6,99 – екстремальні. Чим меншим є значення показника БІСМ, тим більший дискомфорт метеорологічного режиму [15, с. 268-274].

2.8 Індeksi, що характеризують стан атмосфери

Ця група індексів включає такі:

I_i (ІЗА) – індекс забруднення атмосфери;

П (ПЗА) – потенціал забруднення атмосфери;

КМп – кліматичний потенціал самоочищення атмосфери.

Сумарний індекс забруднення атмосфери можна визначити за такою формулою [17, с. 73]:

$$I_i = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\bar{q}}{\Gamma_{\text{ДКсд}}}_i \right]^{C_i}, \quad (2.21)$$

де I_i – сумарний індекс забруднення атмосфери;

\bar{q} – осереднена за період часу концентрація i -тої домішки, розрахована на пості спостережень, для міста, для регіону;

C_i – безрозмірна константа, яка дозволяє привести ступінь шкідливості i -тої речовини до шкідливості діоксиду сірки;

ГДК_{сд} – гранично-допустима концентрація i -тої речовини [17, с. 73].

Потенціал забруднення атмосфери (ПЗА) – показник, під яким розуміють поєднання метеорологічних факторів, що обумовлюють рівень забруднення атмосфери. ПЗА (П) показує у скільки разів середній рівень забруднення атмосфери в конкретному районі, що визначається реальною повторюваністю метеорологічних умов, які сприяють накопиченню шкідливих домішок, вищій, чим в умовному:

$$\Pi = \frac{q_i}{q_0}, \quad (2.22)$$

де Π – потенціал забруднення атмосфери;

q_i – середній рівень забруднення атмосфери в конкретному районі;

q_0 – умовний рівень забруднення атмосфери.

Кліматичний потенціал самоочищення атмосфери K_{Mn} по Т.С. Слелегей та І.П. Юрченко визначається за допомогою формули:

$$K_{Mn} = \frac{P_{ш} + P_t}{P_0 + P_V}, \quad (2.23)$$

де K_{Mn} – кліматичний потенціал забруднення атмосфери;

$P_{ш}$ – число днів зі штилем, швидкість вітру $V = 0-1$ м/с;

P_t – число днів з туманами;

P_0 – число днів з опадами $\geq 0,5$ мм;

P_V – число днів зі швидкістю вітру ≥ 6 м/с.

Кліматичний потенціал самоочищення атмосфери K_{Mn} за І.Л. Лінович і А.П. Сорокіною розраховується за формулою:

$$K_{Mn} = \frac{P_{ш} + P_f}{P_0 + P_V}, \quad (2.25)$$

де K_{Mn} – кліматичний потенціал забруднення атмосфери;

$P_{ш}$ – число днів зі штилем, швидкість вітру $V = 0-1$ м/с;

P_f – число днів з туманами;

P_0 – число днів з опадами $\geq 0,5$ мм;

P_V – число днів зі швидкістю вітру ≥ 6 м/с.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ БІОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ В РАЙОНІ МІСТА БАКУ

Місто Баку не тільки столиця Республіки Азербайджан. Безпосередньо в Баку мешкає 1259,3 тис. осіб, а в Бакинській агломерації (на всьому Апшеронському півострові) 2813,3 тис. осіб. Як вже зазначалося, особливості природних умов цієї території дуже сприятливі для розвитку рекреаційно-туристичної складової економіки як в теплий, так і в холодний період року. Отже, дослідження біокліматичних умов як важливої складової природно-рекреаційного потенціалу території представляє собою дуже актуальне питання.

Для оцінки біокліматичних умов був обраний холодний період року (умовно досліджувалися місяці з листопада по березень) за 2020-2021, 2021-2022 і 2022-2023 роки. Як вихідні дані використовувалися результати спостережень на метеостанції Баку, які представляють собою значення температури повітря, швидкості вітру, відносної вологості й атмосферного тиску у строки спостережень 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 і 21 години за кожен день кожного з трьох холодних періодів.

Для оцінки біокліматичних умов досліджувалися такі біокліматичні індекси як індекс Бордмана S (розроблений виключно для характеристики умов у зимовий період), еквівалентно-ефективну температуру ЕЕТ і ваговий вміст кисню в повітрі P_{O_2} , для визначення яких використовувалися формули (2.3), (2.8) і (2.18) відповідно.

Розрахунки значень кожного з досліджених біокліматичних (біометеорологічних) показників здійснювалися для кожного строку спостережень окремо, а далі узагальнювалися у вигляді осереднених характеристик, визначення повторюваності характеристичних діапазонів а також візуалізувалися за допомогою графічного матеріалу, який далі був проаналізований.

3.4 Індекс жорсткості погоди Бордмана

В результаті розрахунку індексу жорсткості погоди S було визначено 3574 значення показника, у тому числі у холодний період 2020-2021 років – 1202 значення, 2021-2022 років – 1204 значення і 2022-2023 років – 1168 значень. Абсолютний мінімум S складав 0 балів і спостерігався 24 березня 2021 у строк 9 годин. Абсолютний максимум складав 5,8 балів і спостерігався на декілька тижнів раніше – 7 березня 2021 року у строк 12 годин.

За кожен добу кожного з трьох досліджених холодних періодів визначалося середньодобове значення, в результаті чого було розраховано 453 значення показника жорсткості погоди S , які були представлені для виявлення можливих тенденцій динаміки показника у холодний період року. Результати розрахунків середньодобових значень представлені на рис. 3.1.

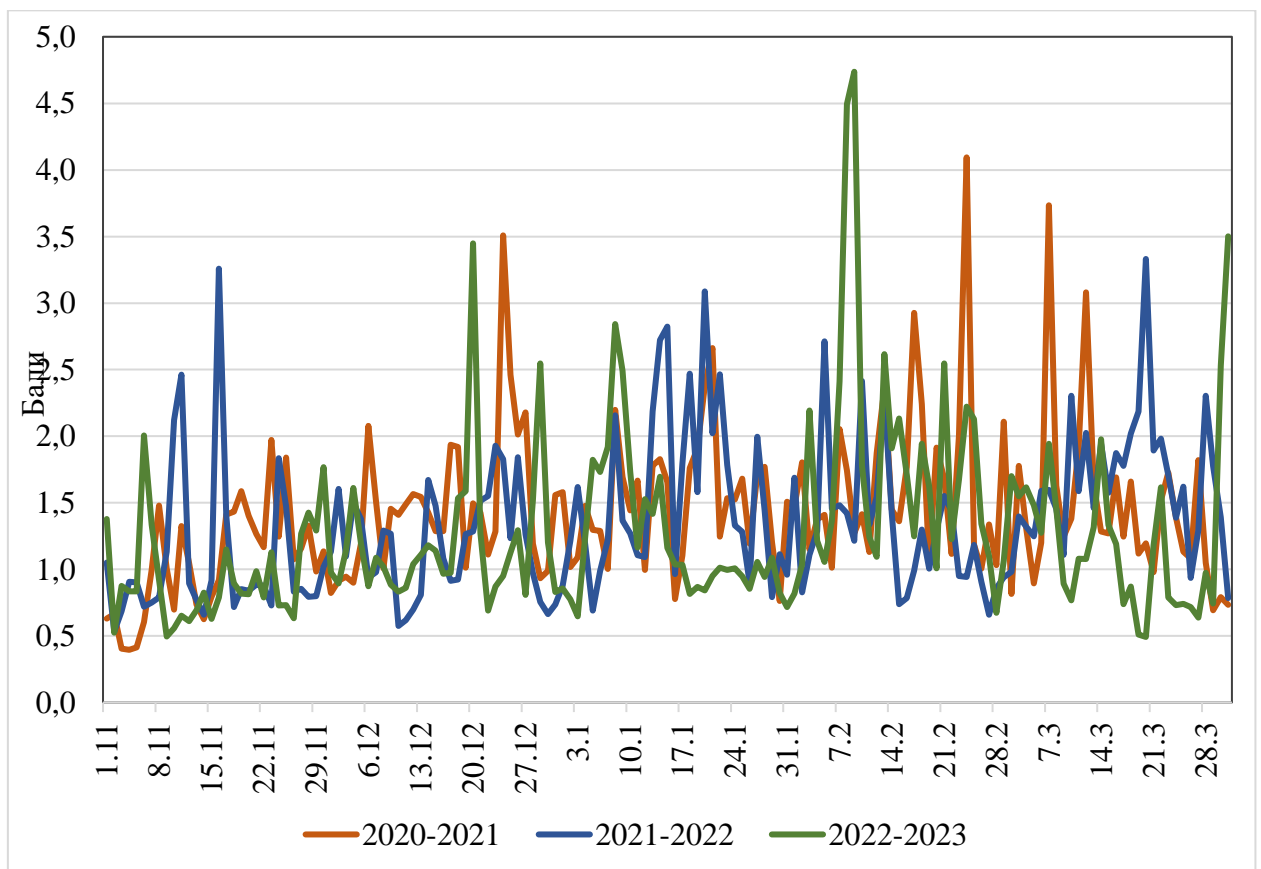


Рисунок 3.1 – Динаміка середньодобових значень показника S

Аналіз графіка, представленого на рис. 3.1 показав, що можна говорити про сезонну складову, яка проявляється у вигляді наявності мінімумів у листопаді й березні і досить слабо вираженого максимуму у лютому. Крім того, саме лютий і початок березня характеризуються найбільш вираженими стрибками показника, які майже відсутні у інші періоди.

На рис. 3.2 представлений графік з відповідними середньомісячними значеннями показника S , який дозволяє зробити ще більш узагальнені висновки про ситуацію.

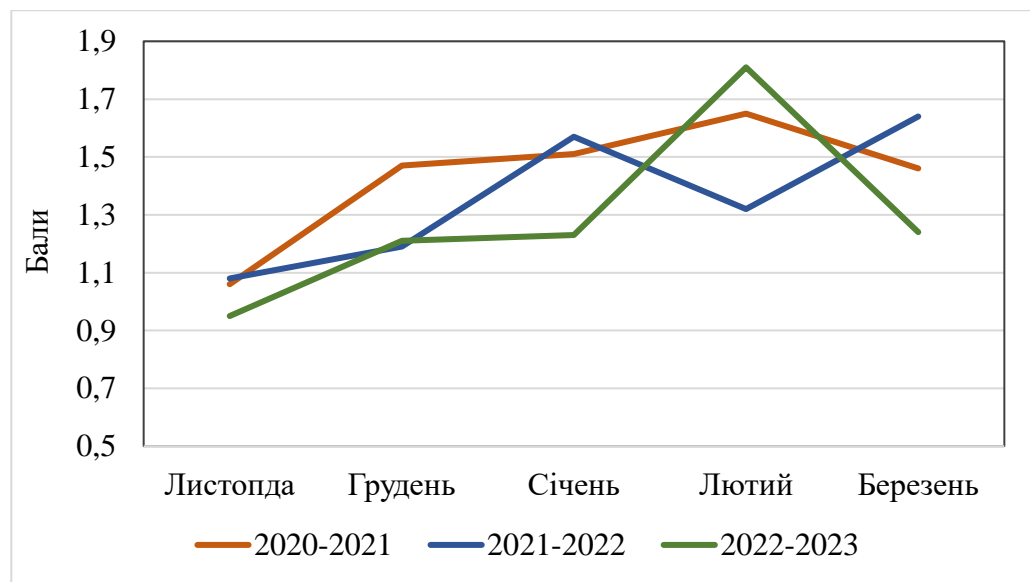


Рисунок 3.2 – Динаміка середньомісячних значень показника S

Аналіз рис. 3.2 показує, що для холодних періодів 2020-2021 років і 2022-2023 років висновок відносно сезонної складової проглядаються досить чітко. А ось для холодного періоду 2021-2022 років ця тенденція виглядає трохи по іншому – умовний максимум зміщений з лютого на січень, а у березні спостерігається не мінімум, а другий максимум.

Далі визначалася повторюваність кількості випадків розподілу повторюваності класів жорсткості погоди за градаціями. На рис. 3.3 представлена ця інформація.

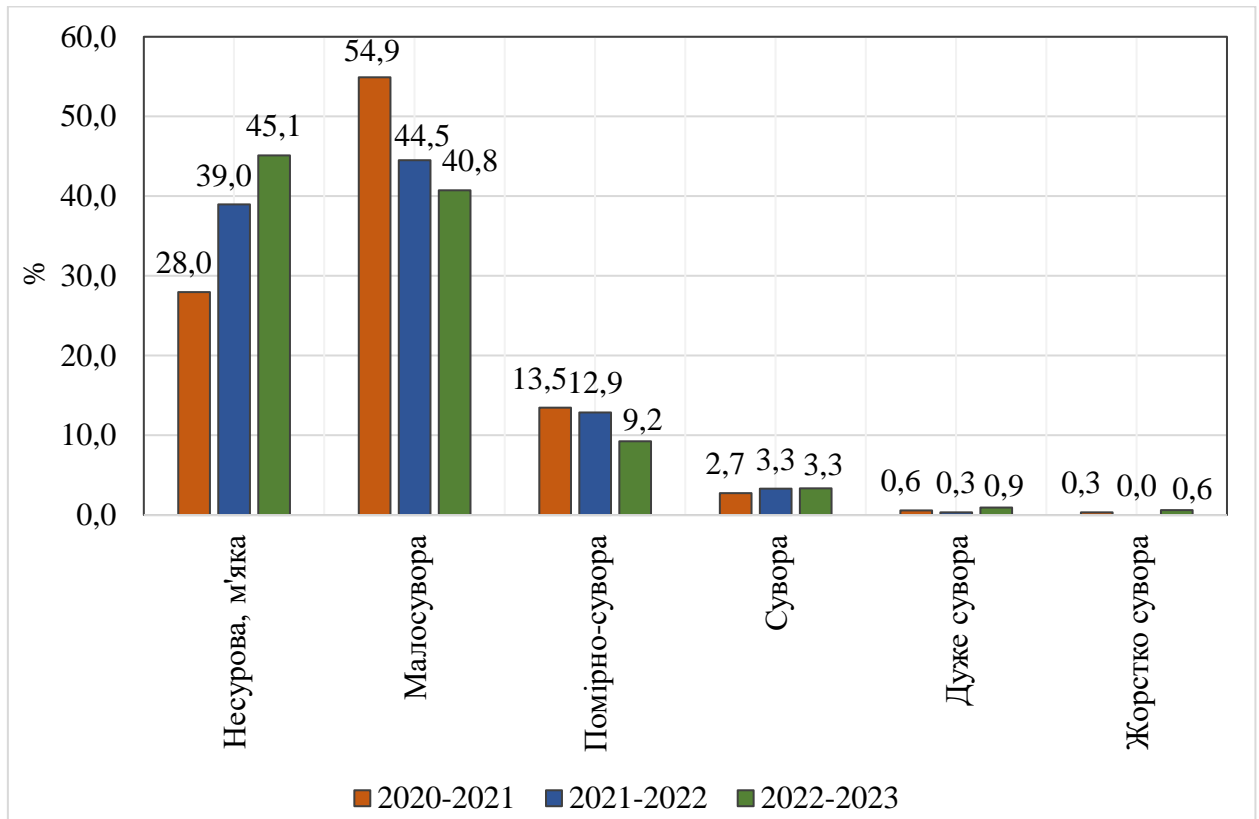


Рисунок 3.3 – Повторюваність класів жорсткості погоди показника S за роками

Аналіз рис. 3.3 показав, що найчастіше спостерігається «малосувора зими», повторюваність якої у різні роки складає 40,8-54,9 % випадків. На другому місці знаходяться умови «несуворої, м'якої зими» - їх повторюваність знаходиться у діапазоні 28,0-45,1 % випадків. Умови «дуже суворої зими» і «жорстко суворої зими» спостерігаються дуже не часто (0,0-0,9 % випадків). А умови «вкрай суворої зими відсутні взагалі».

Повторюваність випадків жорсткості зими різних класів, але розподілена за місяцями, представлена у табл.3.1. Згідно із табл. 3.1 можна побачити що в цілому умови «несуворої, м'якої зими» і умови «малосуворої зими» залишаються найбільш поширеними для Баку. Причому умови «несуворої, м'якої зими» переважають у листопаді – їх повторюваність складає 57,5 % випадків, а умови «малосуворої зими» переважають в період з грудня по

березень – і мають повторюваність 48,4-53,2 % випадків. Умови «помірно суворої зими» найчастіше спостерігаються у період з січня по березень – їх повторюваність у ці місяці 14,8-15,6 % випадків, «суворої зими» і «дуже суворої зими» - у лютому з повторюваністю відповідно 4,0 і 1,9 % випадків, а умови «жорстко суворої зими» спостерігаються виключно у березні – 0,5 % випадків.

Таблиця 3.1 – Повторюваність класів рівня комфорту показника ЕЕТ за місяцями

Інтервал S		Повторюваність, %				
Клас жорсткості погоди S	Діапазон, °C	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень
Несурова, м'яка	<1	57,5	35,3	32,4	26,2	32,0
Малосувора	1-2	36,0	53,2	48,4	52,2	48,8
Помірно-сувора	2-3	5,0	8,5	14,9	15,6	14,8
Сувора	3-4	1,4	2,6	3,9	4,0	3,6
Дуже сувора	4-5	0,1	0,4	0,4	1,9	0,3
Жорстко сувора	4-6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Вкрай сувора	>6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Узагальнення ситуації щодо індексу S у м. Баку в холодний період року представлено на рис. 3.4.

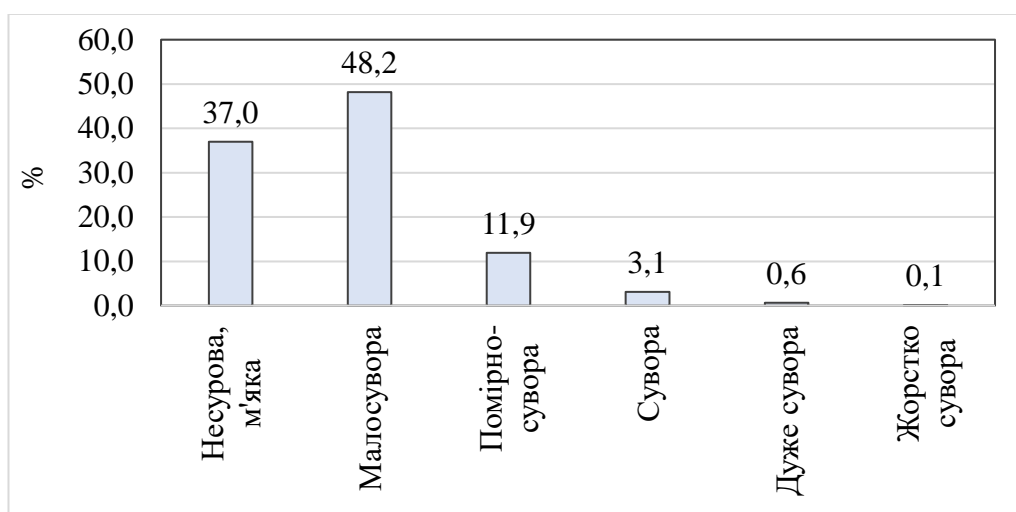


Рисунок 3.4 – Загальна повторюваність класів жорсткості зими за S

Можна побачити, що найчастіше повторюються умови «малосуворої зими» з повторюваністю» 48,2 % випадків, на другому місці знаходяться умови «несуворої, м'якої зими» - 37,0 % випадків. Повторюваність умов «помірно-суворої зими» і «суворої зими» складає відповідно 11,9 % і 3,1 % випадків. А умови «дуже суворої зими» і «жорстко суворої зими» спостерігаються у окремих випадках.

3.2 Еквівалентно-ефективна температура

Під час визначення значень показника ЕЕТ було розраховано 3573 значення, з яких у холодний період 2020-2021 років 1202 значення, у холодний період 2021-2022 років – 1204 значення і у холодний період 2022-2023 років – 1167 значень. Абсолютне мінімальне значення показника ЕЕТ за період досліджень складало $-27,3$ °C і було виявлено 24 лютого 2021 року у строк спостережень 06 годин, а абсолютне максимальне значення – $20,6$ °C і спостерігалось 5 листопада 2020 року у строк спостережень 09 годин.

Для виявлення основних тенденцій трьох досліджених періодів часу за кожен день кожного з трьох досліджених холодних періодів було розраховано середньодобові значення ЕЕТ, які представлені на графіку – рис. 3.5. На цьому графіку можна побачити досить істотні коливання середньодобових значень ЕЕТ, які визначаються переважно змінами синоптичних ситуацій. Проте для кожного з трьох періодів у найбільш загальному вигляді проглядається сезонний хід – максимум середньомісячних значень ЕЕТ спостерігається у листопаді, мінімум у січні-лютому, березень – більш холодний місяць у порівнянні з листопадом.

На рис. 3.6 представлені результати ще більш глибокого осереднення значень ЕЕТ – середньомісячні – за кожен з трьох холодних періодів року. Видно, що сезонний хід показників переважно співпадає з дотриманою за графіком середньодобових значень залежністю. Виключення складає ситуація у 2021-2022 роках – середньомісячне значення ЕЕТ у лютому вище, чим у січні,

а найбільш холодним місяцем протягом сезону став березень (хоча у холодні періоди 2020-2021 років і 2022-2023 років найхолодніший місяць – лютий).

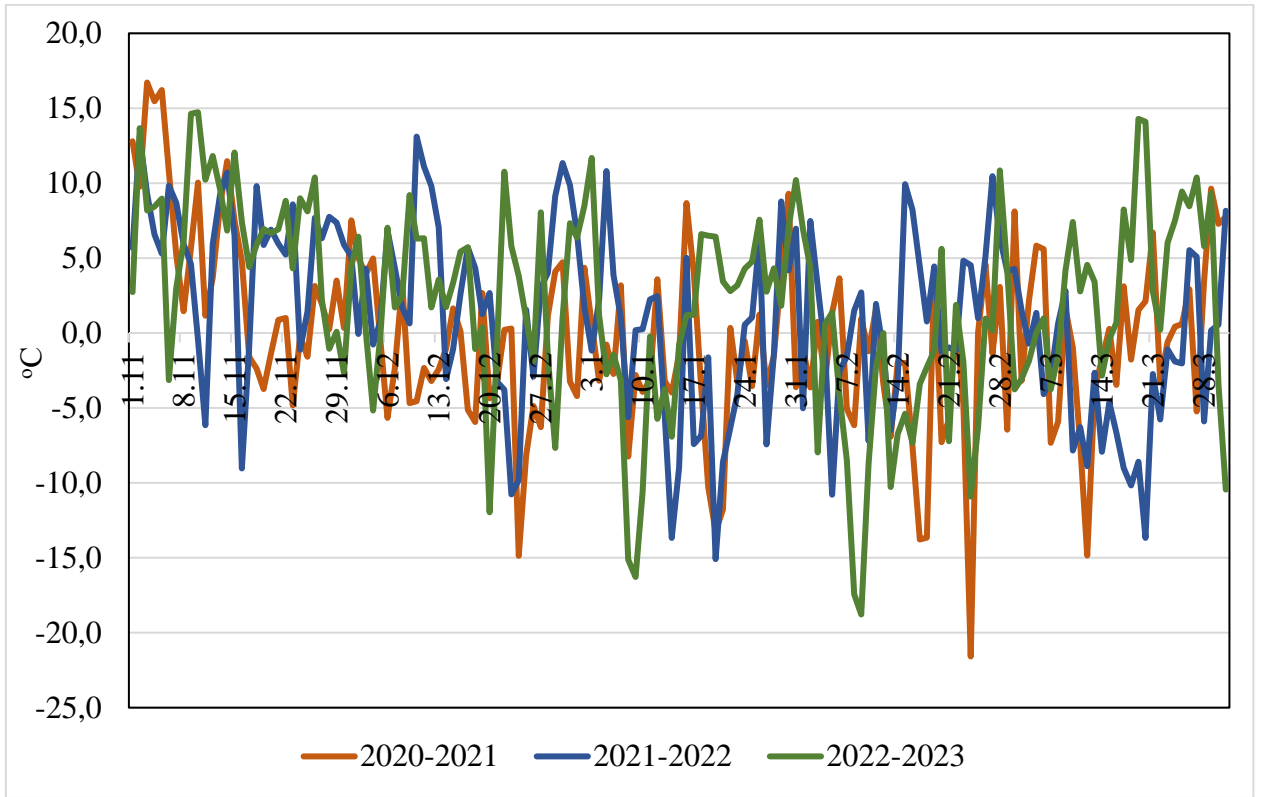


Рисунок 3.5 – Динаміка середньодобових значень показника ЕЕТ

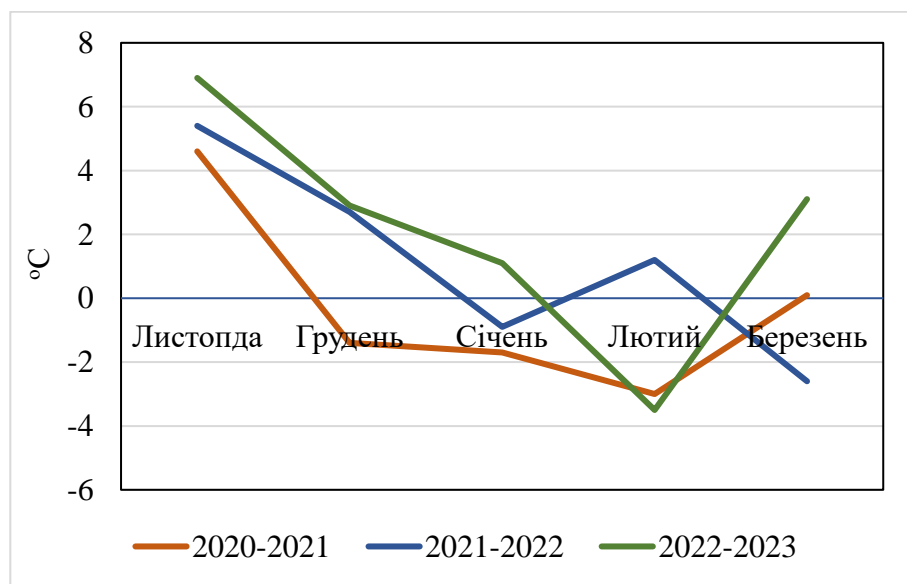


Рисунок 3.6 – Динаміка середньомісячних значень показника ЕЕТ

Далі була розрахована повторюваність класів рівня комфорту показника ЕЕТ, представлена на рис. 3.7. Аналіз графіку показує, що протягом холодного періоду 2020-2021 років, 2021-2022 років і 2022-2023 років представлені усі рівні комфорту, окрім «теплого навантаження сильного» і «теплого навантаження помірного». Також, на цьому рисунку можна побачити, що у холодний період 2020-2021 років найбільшу повторюваність мають умови «дуже прохолодно» - 40,0 % випадків, на другому місці знаходяться умови «прохолодно» (17,8 % випадків) і «помірно прохолодно» (17,3 % випадків).

У холодні періоди 2021-2022 і 2022-2023 років найчастіше спостерігаються умови «прохолодно», «помірно прохолодно» і дуже прохолодно», їх повторюваність складає 23-26 % випадків.

Такі умови як «комфортно-тепло» спостерігалися лише в холодні періоди 2020-2021 років і 2022-2023 років. Вони мають повторюваність у десяті долі відсотку. Така ж низька повторюваність спостерігалася для умов «дуже холодно» у кожен з холодних періодів і для умов «загроза обмороження» і для умов «загроза обмороження» у холодний період 2020-2021 років.

У табл. 3.2 представлена ця ж інформація, але визначена за місяцями холодного періоду року. З табл. 3.2 можна побачити, що найвищу повторюваність (30-36 % випадків) спостерігалася для умов «дуже прохолодно» з грудня по березень, а також умови «помірно прохолодно» у листопаді. Досить високу повторюваність мають умови «прохолодно» (23-24 % випадків) з листопада по січень і умови «помірно холодно» (20-21 % випадків) з лютого по березень. Умови «комфортно-тепло» спостерігалися в листопаді і березні, а «загроза обмороження» тільки у лютому.

На рис. 3.8 представлена узагальнена інформація за усіма періодами – найчастіше спостерігаються умови «дуже прохолодно» - 30,1 % випадків, умови «прохолодно» і «помірно прохолодно» характеризуються повторюваністю 21,8-21,9 % випадків. А повторюваність таких умов як «комфортно-тепло» і «загроза обмороження» мають найменшу повторюваність – відповідно 0,2 % і 0,1 % випадків.

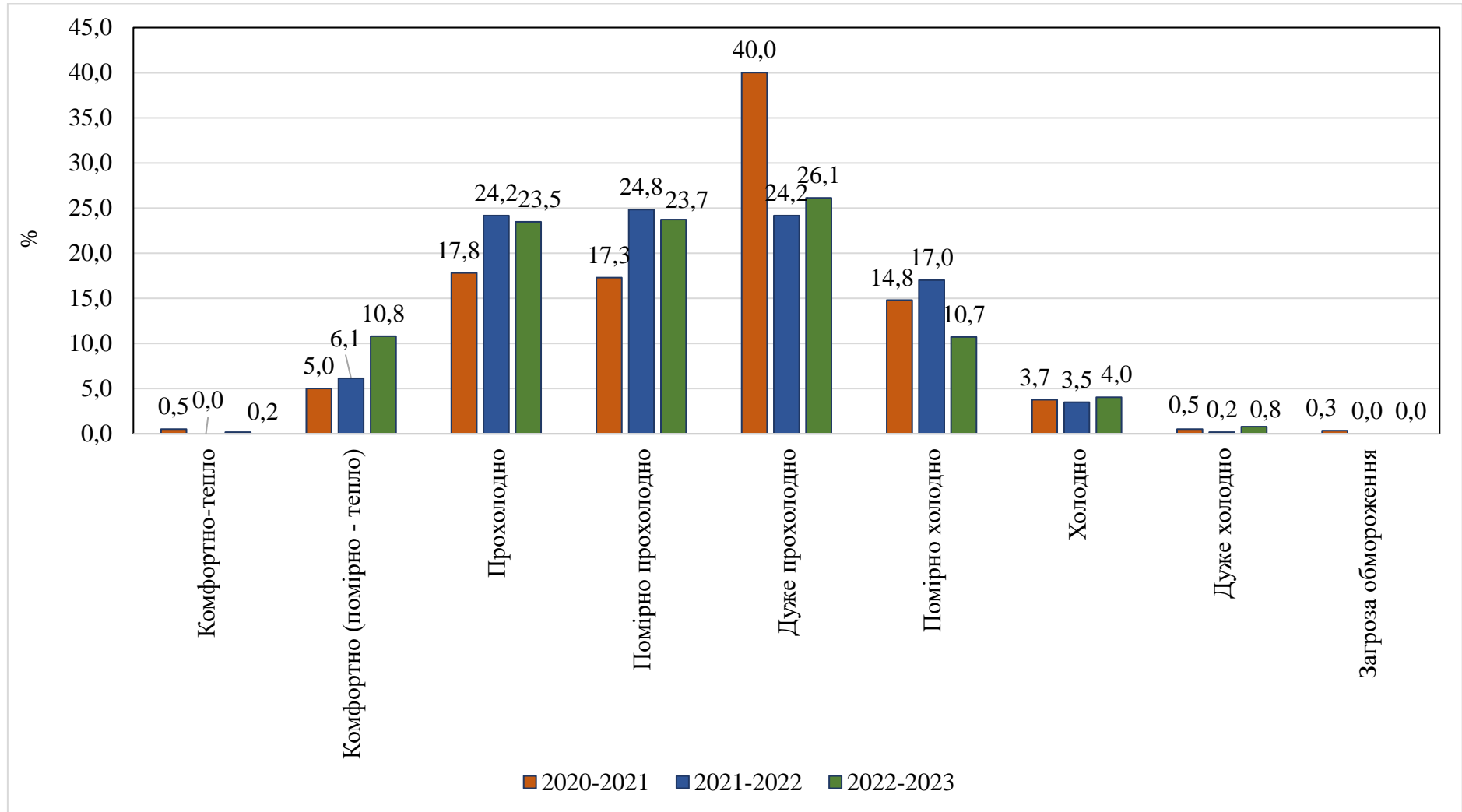


Рисунок 3.7 – Повторюваність класів рівня комфорту показника ЕЕТ за роками

Таблиця 3.2 – Повторюваність класів рівня комфорту показника ЕЕТ за місяцями

Інтервал ЕЕТ		Повторюваність, %				
Рівень комфорту	Діапазон, °С	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень
Комфортно-тепло	18 - 24	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3
Комфортно (помірно - тепло)	12 - 8	21,0	5,6	2,2	2,1	5,6
Прохолодно	6 - 12	24,3	23,7	23,6	17,7	19,3
Помірно прохолодно	0 - 6	31,2	20,5	18,9	18,0	21,0
Дуже прохолодно	-6 - 0	18,7	36,0	32,2	33,3	30,6
Помірно холодно	-12 - -6	3,8	11,2	15,8	21,0	19,8
Холодно	-18 - -12	0,1	3,0	6,5	5,7	3,4
Дуже холодно	-24 - -18	0,0	0,0	0,8	1,6	0,0
Загроза обмороження	< -24	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0

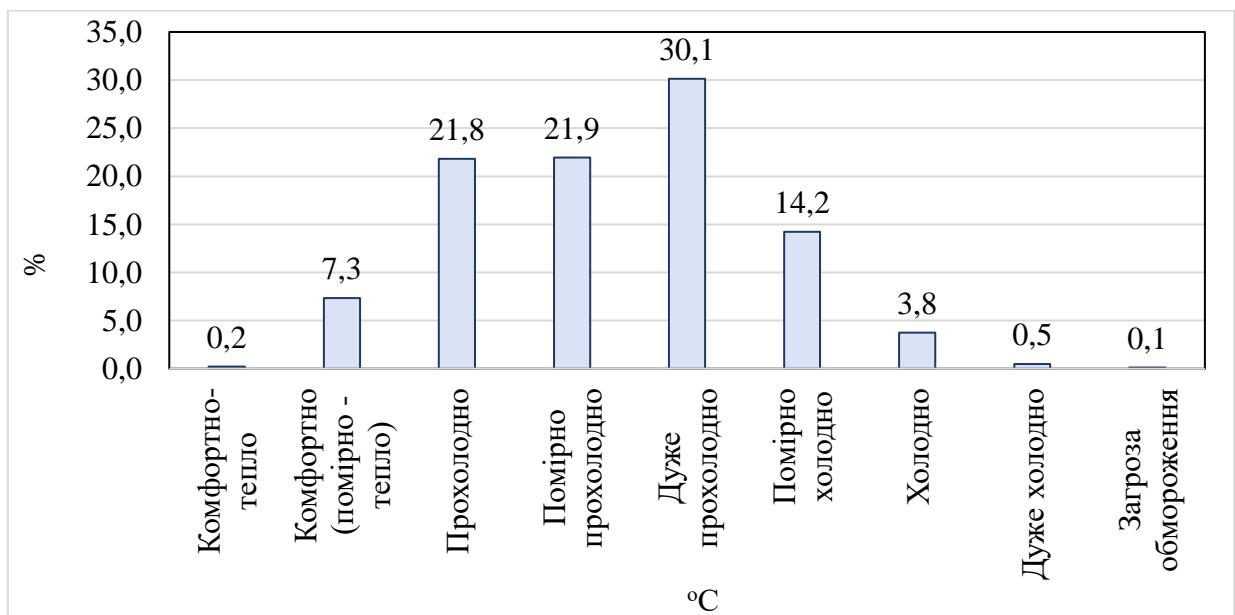


Рисунок 3.8 – Загальна повторюваність класів рівня комфорту за ЕЕТ

3.3 Ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі

Розрахована під час виконання роботи кількість показників P_{O_2} така ж як і для показника ЕЕТ – 3573 значення, розподіл кількості значень показника P_{O_2} для кожного з трьох холодних періодів року також ідентична розрахункам, зробленим для ЕЕТ.

Абсолютне мінімальне значення вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі протягом трьох холодних періодів 2020-2021 року 2021-2022 року і 2022-2023 року складало $266,6 \text{ г/м}^3$ і спостерігалось 24 березня 2021 року у строк спостережень 09 годин. Максимальне значення за ті ж самі три періоди складало $311,5 \text{ г/м}^3$ і спостерігалось трохи раніше – 24 лютого 2021 року також у строк спостережень 09 годин.

Результати визначення середньодобових значень показника P_{O_2} представлені на рис. 3.9. Якщо проаналізувати вигляд цього графіку, можна стверджувати що показник має сезонний хід – можна побачити, що значення індексу на початку холодного періоду (листопад) і наприкінці (березень) трохи нижчі, чим у середині (січень), що вказує на важливу роль атмосферного тиску.

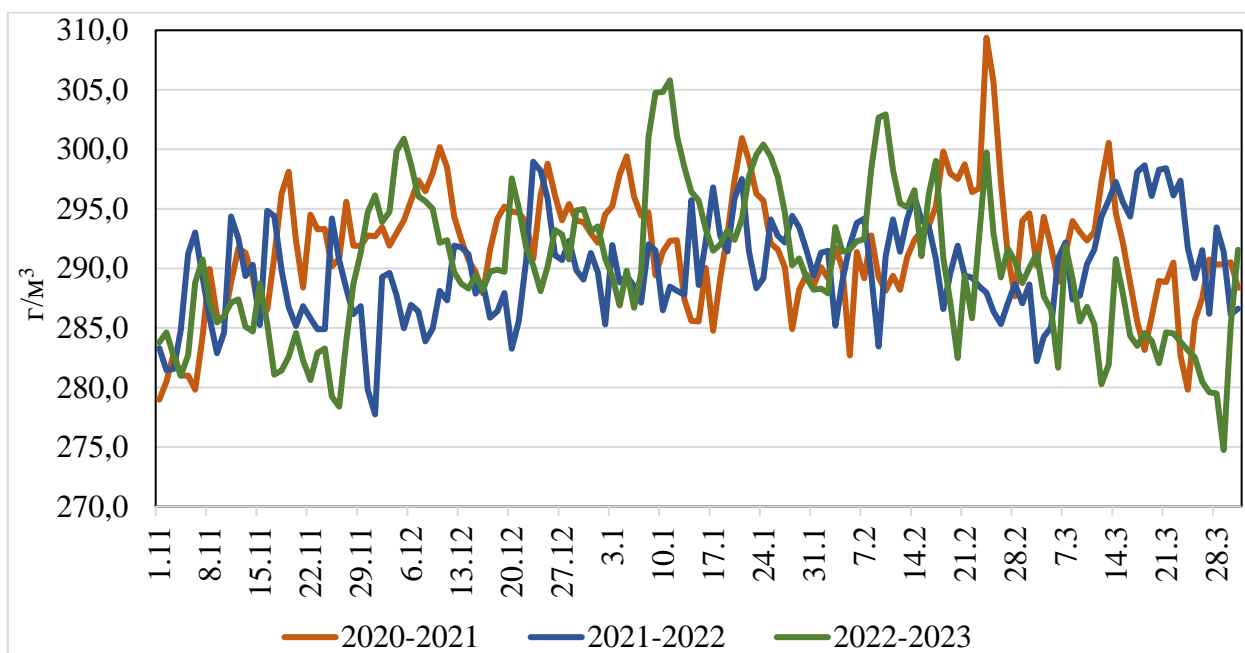


Рисунок 3.9 – Динаміка середньодобових значень показника P_{O_2}

Для уточнення ситуації був побудований графік відповідних середньомісячних значень індексу P_{O_2} , представлений на рис. 3.10. Аналіз цього графіку показує, що класичний розподіл показника з максимумом у січні й мінімумами у листопаді і березні спостерігається тільки протягом холодного періоду 2022-2023 років. У відповідні місяці 2020-2021 років спостерігається зменшення показника у січні. А протягом п'яти місяців холодного періоду 2021-2022 років взагалі спостерігається майже лінійне зростання P_{O_2} .

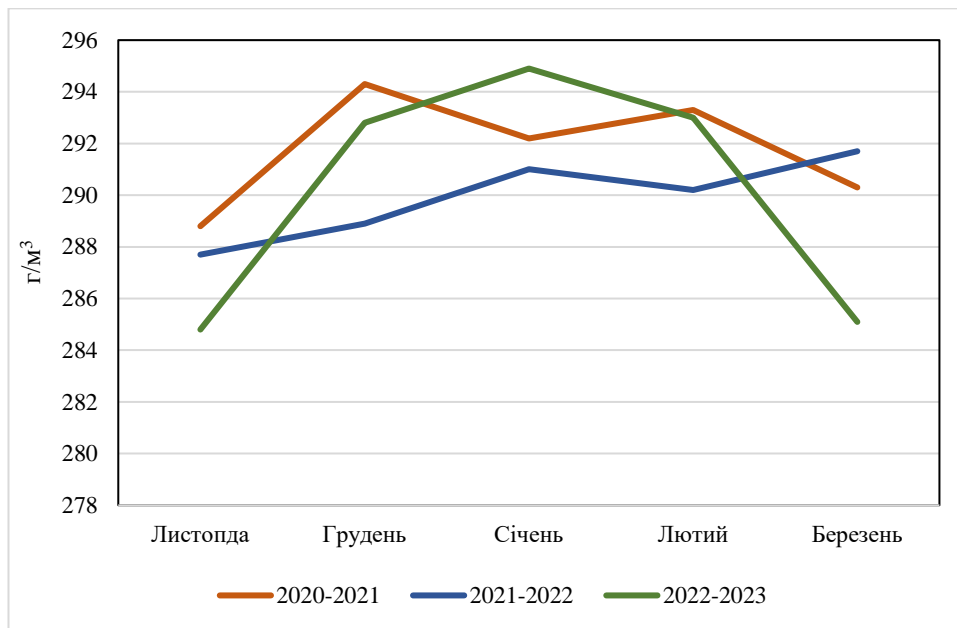


Рисунок 3.10 – Динаміка середньомісячних значень показника P_{O_2}

Далі була проаналізована повторюваність комфортних і дискомфортних умов за індексом P_{O_2} . За думкою фахівців, найсприятливішим для організму людини є діапазон значень вагового вмісту кисню в повітрі в діапазоні 280-300 г/м³. Якщо він менший за 280 г/м³, то організм людини починає відчувати гіпоксію, а якщо більший за 300 г/м³ – гіпероксію. А деякі відомості вказують на те, що останнє явище може бути навіть небезпечнішим.

Повторюваність комфортних в Баку для кожного з трьох досліджуваних холодних періодів представлена на рис. 3.11. На цьому рисунку можна побачити, що ситуацію в цілому можна вважати досить сприятливою.

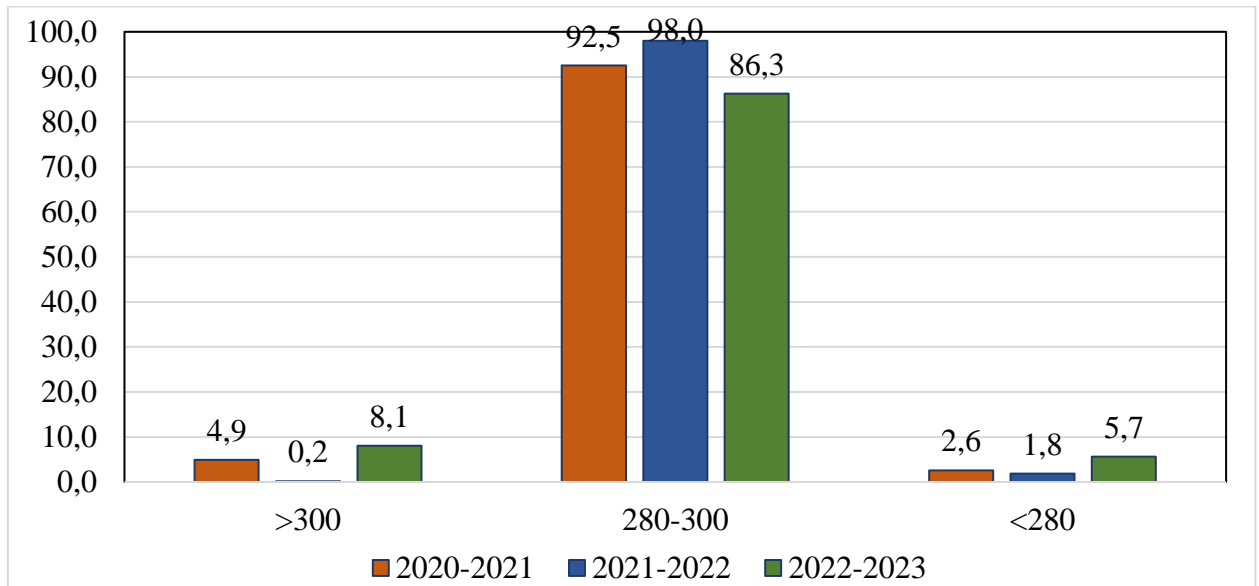


Рисунок 3.11 – Повторюваність класів рівня комфорту показника P_{O_2} за роками

Можна побачити, що комфортні умови є найчастішими – їх повторюваність складає 86-98 % випадків у різні періоди. Проте, умови гіпоксії (P_{O_2} менше за 280 г/с³) мають повторюваність 0,2-8,1 % випадків, а гіпероксії (P_{O_2} більше за 300 г/м³) характеризуються повторюваність 1,8-5,7 % випадків.

Ситуація за місяцями охарактеризована за допомогою табл. 3.3, аналіз якої показав, що ситуація майже ідентична – у різні місяці повторюваність найбільш комфортних умов для P_{O_2} складає 90-96 % випадків. Найбільша кількість комфортних умов (96 % випадків) спостерігається у грудні, найменша (89,8 % випадків) – у лютому. Найбільша ймовірність формування умов гіпоксії (7,7 % і 6,0 % випадків) – спостерігалися у листопаді і березні, а в інші місяці складала 0,5-1,3 % випадків. Умови гіпероксії спостерігалися переважно у січні і лютому (їх повторюваність складала по 8,8 % випадків). У грудні і вересні складала відповідно 3,0 і 1,2 % випадків а у листопаді була відсутня взагалі.

Також у цій таблиці представлена повторюваність випадків, коли вміст кисню в повітрі був менший за 275 г/м³ – за деякими даними це значення також можливо розглядати як нижню межу норми.

Таблиця 3.2 – Повторюваність класів рівня комфорту показника P_{O_2} за місяцями

Діапазон P_{O_2}	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень
>300	0,0	3,0	8,8	8,8	1,2
280-300	92,3	96,0	90,6	89,8	92,7
<280	7,7	1,0	0,5	1,3	6,0
<275	0,1	0,3	0,1	0,3	1,0
<270	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3

Найбільша повторюваність порушень цієї межі спостерігалася у березні – 1,0 % випадків. У інші місяці порушення цієї межі складала 0,1-0,3 % випадків. Також у березні ймовірними є випадки значень вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі нижче за 270 г/м³. Їх повторюваність складала 0,3 %. А в інші місяці холодного періоду вони взагалі відсутні.

На рис. 3.12 представлена узагальнена для усіх трьох періодів повторюваність випадків комфортних і дискомфортних умов за показником P_{O_2} .

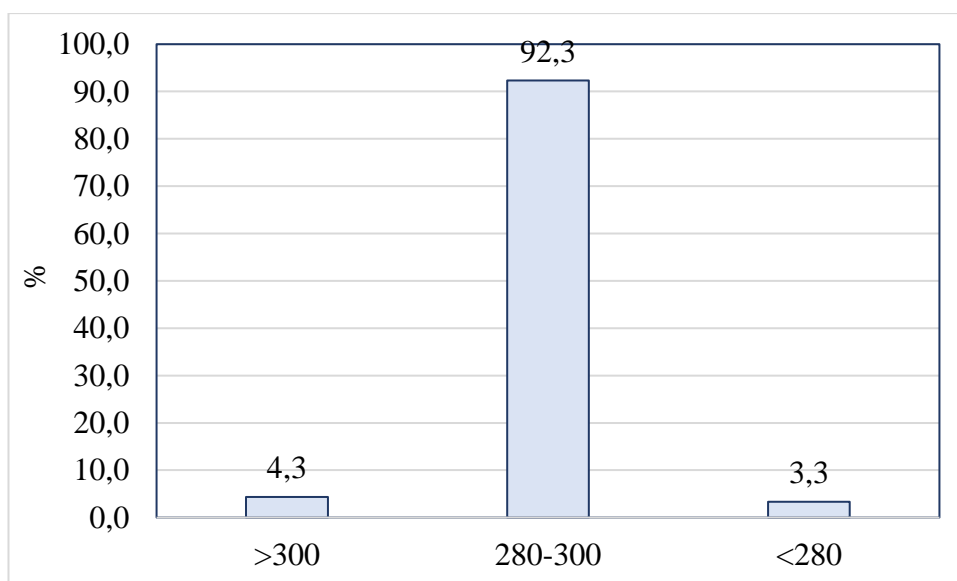


Рисунок 3.12 – Загальна повторюваність діапазонів комфорту за P_{O_2}

На рис. 3. можна побачити, що повторюваність комфортних умов складає 92,3 % випадків, умови гіпоксії можуть спостерігатися у 3,3 % випадків, а умови гіпероксії – у 4,3 % випадків. Отже, найбільш комфортні для організму людини умови переважають протягом основної частини досліджуваного холодного періоду року в Баку.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі бакалавра були зроблені такі висновки:

1. Аналіз літературних джерел показав, що природні умови Азербайджану, у тому числі в районі Апшеронського півострова, на якому розташоване місто Баку, достатньо різноманітні і комфортні для проведення рекреаційної діяльності у холодний період року.

2. Для характеристики біометеорологічних умов території як важливої складової природно-рекреаційного потенціалу території доцільно використовувати біометеорологічні (біокліматичні) індекси, у тому числі індекс жорсткості погоди Бордмана, еквівалентно-ефективна температура і ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі.

3. Для показника Бордмана найчастіше спостерігалися умови «малосуворої зими», їх повторюваність в різні роки складала 40,8-54,9 % випадків (48,2 % випадків протягом усіх періодів цілому). Досить часто спостерігалися умови «несуворої, м'якої зими» – з повторюваністю у різні роки 28,0-45,1 % випадків (37,0 % протягом всіх періодів в цілому). Найрідше спостерігалися умови «дуже суворої зими» і жорстко суворої зими (їх повторюваність протягом усіх періодів разом складала відповідно 0,6 % і 0,1 % випадків).

4. За показником еквівалентно-ефективної температури в холодний період року в районі Баку незначно переважали умови «дуже холодно» з повторюваністю у різні роки 24,2-40,0 % випадків (30,1 % за усі періоди разом). Майже однакову досить високу повторюваність мали умови «прохолодно» і «помірно холодно» (повторюваність цих умов у різні роки складала 17,8-24,2 % і 17,3-24,8 % випадків або в цілому за усі три холодних періоди 21,8 % і 21,9 % випадків). Умови «комфортно-тепло», «дуже холодно» і «загроза обмороження» спостерігалися у окремих випадках і мають частоту 0,1-0,5 % випадків.

5. За показником вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі комфортні умови в районі міста Баку істотно переважали, їх повторюваність в різні роки складала 86,3-98,0 % випадків (або 93,3 % випадків в цілому за усі три досліджені холодні періоди). Умови гіпоксії спостерігалися протягом різних років у 1,8-5,7 % випадків (або 3,3 випадків за весь період досліджень в цілому) Умови гіпероксії мали повторюваність 0,2-0,8 % випадків у різні роки або 4,3 % протягом усього періоду досліджень в цілому.

6. Отримані результати показали, що біометеорологічні умови в районі міста Баку досить сприятливі і не суперечать уявленню про доцільність організації рекреаційно-туристичних заходів в холодний період року.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Природа Азербайджану https://www.meteoblue.com/ru/climate-change/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D1%83_%D0%90%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%B1%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B6%D0%B0%D0%BD_587084 (дата звернення 7.05.2024)
2. Клімат Азербайджану https://www.cntr.com.ua/o_strane/azerbaydgan#ad-image-0 (дата звернення 7.05.2024)
3. Клімат Азербайджану. Вікіпедія https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%90%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%B1%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B6%D0%B0%D0%BD%D1%83 (дата звернення 8.05.2024)
4. Клімат. <https://azerbaijan.az/ru/related-information/25> (дата звернення 9.05.2024)
5. Врублевська О. О., Катеруша Г. П. Прикладна кліматологія : конспект лекцій. Одеса : ТЭС, 2005. 131 с.
6. Данова Т. Є., Катеруша Г. П. Аспекти екологічної кліматології : навч. посіб. Одеса : ТЕС, 2015. 184 с.
7. Врублевська О. О., Катеруша Г. П. Клімат України та прикладні аспекти його використання : навч. пос. Одеса : ОДЕКУ, 2012. 180 с. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/378> (дата звернення 8.09.2023)
8. Катеруша О. В., Сафранов Т. А. Біокліматична оцінка території Одеської області. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2010. Вип.10. С. 5–11.
9. Катеруша Г. П., Сафранов Т. А., Катеруша О. В. Можливі зміни біокліматичних умов зимового періоду в Україні. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2018. Вип. 30. С. 17–27.

10. Грабко Н. В., Полетаєва Л. М., Федченко О. В. Біокліматичні показники території як складова рекреаційного потенціалу Первомайського району Миколаївської області. *Природничий альманах*. 2019. Вип. 26. С. 37–49.
11. Катеруша Г. П., Сафранов Т. А., Катеруша О. В. Тенденції змін максимальної температури повітря в Україні як фактор впливу на здоров'я населення / *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 33. С. 8–21.
12. Грабко Н. В., Сафранов Т. А. Особливості біокліматичних умов холодного періоду року на території Одеси / *Екологічні науки*. 2023. Вип. 51. С. 148-155.
13. Шевченко О. Г. Порівняльний аналіз біокліматичних індексів для оцінки комфортності урбанізованого середовища в теплий період . *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3 (42). С. 105–115.
14. Польовий А. Оцінка комфортності погодно-кліматичних умов в Українських Карпатах для кліматотерапії та рекреації . *Вісник Київського національного університету культури і мистецтв. Сер. Туризм*. 2019. Т. 2 (1). С. 60–79.
15. Михайленко Н., Щербань І. Погодно-кліматичні умови рекреаційної та спортивної діяльності в Українських Карпатах . *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2014. Вип. 48. С. 268–274
16. Сухан В. С. Кліматологія і кліматотерапія : методичні рекомендації. Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2012. 60 с.
URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/2671> (дата звернення 17.05.2024)
17. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник / Т. А. Сафранов, Я. О. Адаменко, В. Ю. Приходько та ін. За ред. проф. Т. А. Сафранова і проф. Я. О. Адаменко. Одеса: ТЕС, 2014. 244 с.