МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Т.Є. Данова, Г.П. Катеруша

АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ КЛІМАТОЛОГІЇ

Навчальний посібник

Одеса
ТЕС
2015

ББК 26.222.8:51.20
УДК 504.03:551.586

Друкується за рішенням Вченої ради Одеського державного екологічного університету (протокол № 9 від 27.11.2014)

Рецензенти:

Литвинов В.А. кандидат технічних наук, директор Національного антарктичного наукового центру
Ситов В.М. кандидат географічних наук, начальник ГМЦ Чорного і Азовського морів

Д 17 Данова Т.Є., Катеруша Г.П.
Аспекти екологічної кліматології: Навчальний посібник/ Данова Т.Є., Катеруша Г.П.; Одеськ. держ-ний екол-ний ун-т, – Одеса: ТЕС, 2015. – 184с.

Навчальний посібник містить основні положення про екологічні аспекти життєдіяльності на різних територіях, зокрема, на природних територіях та об'єктах, що підлягають особливій охороні. Велика увага приділяється оцінки впливу на навколишнє середовище Антарктичного станційного комплексу Академік Вернадський.

У цьому посібнику висвітлено деякі питання біокліматології людини. Викладено метеотропні ефекти окремих метеорологічних величин і факторів атмосфери, а також методи оцінки комплексного впливу погоди на організм людини. Розглянуто наслідки потепління клімату на здоров'я населення і заходи з адаптації до змін клімату в Україні.

Навчальний посібник використовується для денної форми навчання.

ISBN 978-617-7054-97-8

© Одеський державний
екологічний університет, 2015

ЗМІСТ

ВСТУП			6
	ЧАСТИНА 1 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ		8
1	ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ		8
	1.1	Екологічні проблеми та їх вплив на безпеку життєдіяльності	8
	1.2	Завдання в області поліпшення екології	16
2	ДОКУМЕНТИ ЩОДО ТЕРИТОРІЙ, ЯКІ МАЮТЬ ЕКСТЕРИТОРІАЛЬНИЙ СТАТУС		20
	2.1	Природні території і об'єкти, що підлягають особливій охороні	20
	2.2	Поняття і правова класифікація територій та об'єктів природно-заповідного фонду	21
	2.3	Протокол про охорону навколишнього середовища до договору про Антарктику та «Мадридський протокол» (1991)	24
		2.3.1 Визначення протоколу, мета та призначення протоколу	24
		2.3.2 Моніторинг ключових параметрів навколишнього середовища і компонентів екосистеми	25
	2.4	Діяльність у районі дії Договору про Антарктику	27
	2.5	Взаємозв’язок з іншими компонентами систем договору про Антарктику	28
	2.6	Міжнародне співробітництво при плануванні і здійсненні діяльності в районі дії Договору про Антарктику	28
3	СТАНЦІЯ ФАРАДЕЙ/ВЕРНАДСЬКИЙ		30
	3.1	Фізико-географічне положення станційного комплексу	30
	3.2	Українські дослідження в Антарктиці	33
	3.3	Негативні впливи на навколишнє середовище Антарктики та екосистеми, які залежать від неї та пов’язані з нею	43
		3.3.1 Гідролого-гідрохімічна характеристика шхерного мілководдя в районі Аргентинських островів	43
		3.3.2 Вплив станційного комплексу «Академік Вернадський»	49
4	ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ		62
	4.1	Процедура оцінки впливу	62
	4.2	Щорічний звіт сторін	62
	4.3	Підписання	63
	4.4	Моніторинг	63
	4.5	Відповідні дії у надзвичайних ситуаціях	65

5	ЗБЕРІГАННЯ АНТАРКТИЧНОЇ ФЛОРИ І ФАУНИ		67
	5.1	Визначення	67
	5.2	Характеристика біоти та екологічної ситуації	68
6	ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ВПЛИВУ		76
	6.1	Вилучення або шкідливе втручання, коли на це видається дозвіл	76
	6.2	Видалення і управління ліквідацією відходів	79
		6.2.1 Управління ліквідацією відходів	79
		6.2.2 Видалення відходів шляхом вивезення	80
		6.2.3 Видалення відходів шляхом спалювання	81
		6.2.4 Видалення відходів на суші	81
	6.3	Вплив туристичної діяльності	82
ЧАСТИНА 2 ДЕЯКІ ПИТАННЯ БІОКЛІМАТОЛОГІЇ ЛЮДИНИ			84
1	БІОКЛІМАТОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ЯК НАУКА		84
	1.1	Основні розділи та зв’язок з іншими науками	84
	1.2	Стислі історичні відомості про становлення науки	87
	1.3	Основні напрями розвитку	89
2	ДІЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЗДОРОВ’Я ЛЮДИНИ		95
	2.1	Чинники здоров’я	95
	2.2	Вплив окремих фізичних параметрів на здоров’я людини	96
	2.3	Комплексні характеристики для оцінки впливу погоди на організм людини	106
		2.3.1 Система ефективних температур	106
		2.3.2 Ентальпія повітря	114
		2.3.3 Жарка і засушлива погода	115
		2.3.4 Показники дискомфорту	117
		2.3.5 Показники суворості погоди	118
3	ДЕЯКІ ГЕОФІЗИЧНІ ФАКТОРИ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ		124
	3.1	Парціальна густина кисню	124
	3.2	Тропосферний озон	127
	3.3	Характеристики атмосферної електрики	133
	3.4	Напруженість магнітного поля Землі	136
4	ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ТІЛА ЛЮДИНИ ТА ЇЇ ЗДОРОВ’Я		138
	4.1	Поняття теплового балансу тіла людини	138
	4.2	Рівняння теплового балансу тіла людини	141
	4.3	Показник напруженості терморегуляторної системи	146
	4.4	Ступінь теплового навантаження людини	146
	4.5	Оцінка термічного впливу елементів міської забудови	148
5	ОЦІНКА ВПЛИВУ КЛІМАТУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ, ЗАСНОВАНИХ НА КЛАСИФІКАЦІЇ ТИПІВ ПОГОДИ		152

	5.1	Класифікація погоди Є.Є.Федорова – Л.А. Чубукова	152
	5.2	Класифікація погоди для рекреації	158
6	НАСЛІДКИ ЗМІН КЛІМАТУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ		163
	6.1	Загальна характеристика	163
	6.2	Потепління клімату і здоров'я населення	166
	6.3	Ризики від змін клімату та заходи з адаптації до них в Україні	171
ЛІТЕРАТУРА ДО ЧАСТИНИ 1			175
ЛІТЕРАТУРА ДО ЧАСТИНИ 2			177
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК			181
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК			183

ВСТУП

Уся історія людства є процес розвитку взаємовідносин між людиною та природою. Незалежні від людини (зовнішні) зміни можуть зіграти основну роль в порушенні існуючої рівноваги природних чинників. Зміна орбіти Землі, виверження вулканів призводять до наслідків, що перевищують усі мислимі наслідки від людської діяльності. Управляти цими подіями і навіть передбачати їх ми поки не в змозі. Прикладами прояву цих могутніх сил природи стали періоди зледеніння Землі (льодовикові періоди), пов'язані зі зниженням сонячної активності через зміну орбіти Землі. Виверження одного вулкану здатне призвести до виділення в атмосферу Землі вуглекислого газу більше, ніж від діяльності людини за увесь період її існування.

Природоперетворююча діяльність людей, що стала новою рушійною силою розвитку природи, називається «антропогенним чинником». Промислове виробництво, яке розвивається, в значній мірі впливає на зміну природних екологічних систем. Перетворені та нові екосистеми, які виникають в результаті свідомої дії людини на природу, називають «штучними екосистемами». Головними негативними наслідками впливу антропогенного чинника на природне середовище є забруднення повітря, води і поверхні Землі, а також інтенсивне виснаження її мінеральних ресурсів. В процесі трудової діяльності відбувається взаємна зміна природи і самої людини. В середині XX століття забруднення атмосфери за рахунок господарської діяльності підвищилося на 20 %. Щорічно частка вуглекислого газу в повітряному басейні збільшується на 0,2 %. На початку 90-х років об'єм залишкових продуктів виробництва та споживання у світі, включаючи забруднювачі атмосфери, тверді та органічні відходи, досягли 40 млрд. тонн.

На планеті розповсюджено понад 4 млн. хімічних сполук, токсичність дії яких вивчена тільки відносно 40 тисяч, а вплив інших ще недостатньо досліджений. У світі витрачається об'єм чистої води, який дорівнює 40 % річного стоку річок. При таких темпах водоспоживання до кінця століття усі світові ресурси прісної води можуть вичерпатись. Об'єм атмосферного кисню зменшується на 10 млрд. тонн за рік, що може створити в середині XXI століття ряд небезпечних для життя проблем.

Оцінюючи в цілому взаємодію природи та суспільства, можна зробити такі висновки:

- будь-яка діяльність в екологічному відношенні потенційно небезпечна;
- в процесі природокористування необхідно прогнозувати можливі екологічні наслідки застосування нових технологій, хімічних речовин, об'єктів;

- екологічна криза не є неминучою. Негативним наслідкам можна запобігти екологічно грамотним природокористуванням;
- охорона довкілля, або охорона природи, полягає в тому, щоб правильно користуватися її ресурсами, звести до мінімуму необхідність спеціальних природоохоронних заходів, компенсуючи можливі несприятливі наслідки відповідними відновними.

Таким чином, економічне освоєння екстремальних зон Землі (високі широти, пустелі, високогір'я, тропіки) зумовили актуальність екологічних аспектів кліматології. В сучасному суспільстві зростає значення різних аспектів загальної та регіональної екології, формується новий міждисциплінарний напрямок – екологія людини. Роль екологічних взаємодій важливо враховувати при біокліматичних дослідженнях, присвячених механізмам геліометеотропних реакцій людини.

При вивченні факторів погоди та клімату під час науково-технічної революції, яка характеризується інтенсивною урбанізацією в промислово розвинутих країнах, необхідно враховувати атмосферне забруднення антропогенного походження. Реалізація екологічного моніторингу на територіях, які особливо охороняються, дозволить здійснювати постійний контроль за станом навколишнього середовища.

Екологічні аспекти вивчають та розглядають можливе використання в майбутньому рекреаційних властивостей різних кліматів Землі, що сприяє розвитку санаторно-курортної мережі.

Даний навчальний посібник складається з двох частин. Перша частина присвячена екологічним аспектам життєдіяльності на різних територіях, зокрема, на природних територіях та об'єктах, що підлягають особливій охороні. Автором цієї частини є кандидат географічних наук, доцент кафедри фізики атмосфери та кліматології Одеського державного екологічного університету Данова Тетяна Євгенівна. Друга частина, яка висвітлює деякі питання біокліматології людини (медичної кліматології), підготовлена доц. Катерушею Г.П. Розділ 6 цієї частини написано разом з аспіранткою ОДЕКУ Катерушею О.В.

1 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Екологічні проблеми та їх вплив на безпеку життєдіяльності

Екологічні проблеми на початку XXI століття стали одними з найгостріших. Незаперечним є той факт, що більш інтенсивно споживаючи природні ресурси за допомогою технічних засобів, які колосально зростають за своєю потужністю, людство поліпшило умови розвитку своєї цивілізації і свого роду як біологічного виду.

Втручання людини в усі сфери природи спричиняє різке погіршення стану екологічних систем, нерідко навіть загибель унікальних природних комплексів, скорочення та зникнення популяцій окремих видів рослин і тварин, небезпеку незворотних змін в структурах географічних сфер, які можуть призвести до непрогнозованих негативних наслідків. Час стихійного, безоглядного використання природних ресурсів вже минув.

Природокористування повинне здійснюватися виключно на науковій основі, з урахуванням усіх складних процесів, що відбуваються у довкіллі.

Слово «екологія» походить з грецького і означає будинок (житло, місце життя, притулок) і «logos» – наука. У буквальному розумінні екологія – це наука про організми «у себе вдома», наука, в якій особлива увага приділяється «сукупності або характеру зв'язків між організмами та довкіллям».

Нині більшість дослідників вважають, що екологія – це наука, яка вивчає відносини живих організмів між собою та довкіллям, або наука, що вивчає умови існування живих організмів, взаємозв'язки з середовищем, в якому вони мешкають. Сам термін «екологія» для нової галузі знань вперше запропонував німецький зоолог Е. Геккель в 1866 р.

Екологічні проблеми набули практичного інтересу ще на зорі розвитку людства. У примітивному суспільстві кожен індивідуум для того, щоб вижити, повинен був мати певні знання про середовище, яке його оточує, про сили природи, рослини і тварин. Можна стверджувати, що цивілізація виникла тоді, коли людина навчилася використовувати вогонь та інші засоби і знаряддя, які дозволяють їй змінювати місце свого існування.

Аристотель (384-322 рр. до н.е.) у своїй «Історії тварин» описав більше 500 видів відомих йому тварин, розповів про їх поведінку. Так починався перший етап розвитку науки – накопичення фактичного матеріалу і перший досвід його систематизації. В міру розвитку зоології і ботаніки відбувалося накопичення фактів екологічного змісту.

Другий етап пов'язаний з великомасштабними ботаніко-географічними дослідженнями в природі. На цьому етапі великий внесок у

розвиток екології як науки внесли А. Гумбольдт (1769-1859), Жан Батист Ламарк (1744-1829) та ін.

Подальший розвиток науки екології стався на базі еволюційного вчення Ч. Дарвіна (1809-1882). Він по праву вважається одним з піонерів екології. У книзі "Походження видів" (1859) він показав, що "боротьба за існування" в природі призводить до природного відбору і є рушійним чинником еволюції. Стало зрозуміло, що взаємовідносини живих істот та зв'язки їх з неорганічними компонентами середовища – велика самостійна область досліджень. Перемога еволюційного вчення у біології відкрила, таким чином, третій етап в історії екології. Проблему взаємодії живих організмів з неживою природою детально розробив В.І. Вернадський (1863-1945) в 1926 році, підготувавши умови для розуміння єдиного цілого біологічних організмів з фізичним місцем їх існування.

Екологічна кліматологія – це наука, що досліджує умови формування клімату та кліматичний режим різних країн і регіонів, з урахуванням змін, які вносяться в середовище, діяльністю людини.

Одним з аспектів сучасної екологічної кліматології є дослідження взаємовідносин суспільства з біологічними макросистемами та з середовищем. Предметом дослідження екологічної кліматології є взаємозв’язок суспільства з біологічними макросистемами і його динаміка в часі та просторі. Головне завдання цього аспекту екологічної кліматології полягає в тому, щоб розкрити закони процесів взаємозв’язку суспільства з біологічні макросистеми та з середовищем і навчитися управляти ними в умовах неминучої індустріалізації та урбанізації нашої планети.

Якщо розглядати екологічну небезпеку для людини, то можна умовно виділити за чинниками дії три групи.

До першої групи чинників, здатних безпосередньо загрожувати людині, відносять природні чинники, від яких людина вимушена захищатися: погодні, природні явища (виверження вулканів, урагани, смерчі, зсуви, землетруси, космічні випромінювання та ін.).

Друга група небезпечних екологічних чинників (опосередкованої дії) є негативними проявами діяльності людини з використання природних об'єктів у своїх інтересах (дія радіоактивної, хімічної енергії, зараження природного середовища різними небезпечними для людини речовинами: гербіциди, пестициди і так далі).

Третя група небезпечних екологічних чинників характеризує недостатність природних ресурсів для забезпечення безпечних умов життєдіяльності людини, що зумовлює погіршення якості засобів існування, які надаються людині. Так, нестача родючих ґрунтів спричиняє їх інтенсивну хімізацію для збільшення об'єму отримуваної у подальшому

їжі. При цьому погіршується якість продукту, а його вживання позначається на здоров'ї людини.

Розглянемо основні екологічні проблеми, які безпосередньо впливають на безпеку життєдіяльності людини.

Господарська діяльність людини. Людство є частиною біосфери, продуктом її еволюції. Проте взаємовідношення людини і природних співтовариств ніколи не були безхмарними. З моменту виготовлення першого примітивного знаряддя людина вже не задовольняється предметами, створеними природою, а починає виготовляти, вводити у свій вжиток предмети, речовини і таке інше, які знаходяться за межами природного біологічного кругообігу. Виникнення цивілізації є наслідком виникнення сфери надбіологічних потреб і матеріальних технологій. Мисливська діяльність прадавньої людини, поза сумнівом, прискорила вимирання багатьох великих травоїдних тварин, підпал рослинності сприяв спустелюванню територій. Людина почала змінювати і руйнувати цілі співтовариства з переходом до скотарства та землеробства: чисельність домашніх копитних перевищує місткість середовища, споживана ними степова рослинність вже не встигає поновлюватися. Степ або савана змінюються напівпустелею Сахарою.

В ході розвитку землеробства неправильне оголення ґрунту призводило до втрати родючого шару, який змивався водою або зносився вітром (цілинні землі Казахстану), а надмірне зрошування спричиняло засолення ґрунтів.

Таким чином, вже в давнину діяльність людини викликала масові вимирання, порушення сукцесійних рядів, заміни одного співтовариства іншим.

За останні сто років сталися два важливі зрушення [13]. По-перше, різко збільшилася чисельність населення Землі. По-друге, ще різкіше виросло промислове виробництво, виробництво енергії та продуктів сільського господарства. Людство стало помітно впливати на функціонування усієї біосфери. Критичну ситуацію у кінці XX і на початку XXI століття створюють такі негативні тенденції:

1. Споживання ресурсів Землі настільки перевищило темпи їх природного відтворення, що виснаження природних багатств стало впливати на їх використання, на національну та світову економіку і призвело до безповоротного збіднення літосфери і біосфери.

2. Відходи, побічні продукти виробництва і побуту забруднюють біосферу, спричиняють деформації екологічних систем, порушують глобальний кругообіг речовин та створюють загрозу для безпечних умов життєдіяльності людини.

Зростання народонаселення. Відхиленням від закономірностей рівноваги в живій природі стало зростання народонаселення Землі, яке

прискорюється. Число особин якого-небудь виду, за біологічними законами, залежить від потенціалу розмноження, тривалості життя, широти пристосованих можливостей і регулюється природним відбором.

Приблизно до початку XVIII сторіччя людство збільшувалося повільно, з середньою швидкістю близько одного відсотка за століття, що відповідає подвоєнню чисельності за тисячу років. Далі швидкість приросту починає збільшуватися і до середини XX сторіччя набуває гіперекспоненціального характеру. В 1969 р. кількість населення світу збільшилась на 2 %, приріст склав близько 70 млн. чоловік або 150 чоловік за хвилину. У 1989 р. приріст в 1,8 % від чисельності збільшеного населення дав вже 90 млн. людей (179 чоловік за хвилину) або більше, ніж коли-небудь за всю попередню історію людства.

З кінця XX сторіччя кожне десятиріччя додає до загальної чисельності ще 1 млрд. чоловік. У кінці 1992 року населення Землі становило 5,6 млрд. чоловік, а до 2 000 року перевищило 6 млрд. чоловік. Це стрімке зростання називають демографічним вибухом. Тенденція збільшення чисельності населення Землі, очевидно, зберігатиметься і в першій половині XXI сторіччя. Основна частка приросту населення припадає і припадатиме в майбутньому на країни, які розвиваються.

Зростання народонаселення вимагає збільшення продуктів харчування, створення нових робочих місць та розширення промислового виробництва. Так, в кінці XX століття щодня усім людям Землі потрібно було близько 2 млн. т їжі, 10 млн. $м^3$ питної води, 2 млрд. $м^3$ кисню для дихання. Усіма галузями людського господарства щодня добувається майже 300 млн. т речовин та матеріалів, спалюється близько 30 млн. т палива, використовується 2 млрд. $м^3$ води і 65 млрд. $м^3$ кисню. Оскільки усе це супроводжується витрачанням природних ресурсів та масованим забрудненням середовища, то головною причиною протиріч виявляється саме кількісна експансія людського суспільства – вищий рівень і швидке наростання сукупного антропогенного навантаження на природу, посилення його руйнівної дії. Усе це має не лише екологічні, але й соціально-біологічні та економічні наслідки.

Зміна складу атмосфери і клімату. Найбільш руйнівною дією людини на співтовариства є викид забруднювальних речовин. Забруднювальною є будь-яка речовина, що потрапляє в атмосферу, ґрунт або природні води і порушує біологічні, іноді хімічні та фізичні процеси, які відбуваються там. Внаслідок діяльності людини в атмосферу надходять вуглекислий газ CO_2, чадний газ CO, діоксид сірки SO_2, метан CH_4, оксиди азоту NO_2, NO, N_2O. Головні причини цього – спалювання викопного палива, випалювання лісів та викиди промислових підприємств.

За рахунок газів антропогенного походження утворюються кислотні опади та смог (сірчана і азотна кислоти, які утворюються при розчиненні у

воді діоксидів сірки та азоту). Потрапляючи в озера, кислотні опади нерідко спричиняють загибель риб або усього тваринного населення. Вихлопні гази під дією сонячного світла утворюють смог, який знижує видимість, а також призводить до виділення озону, шкідливого для живих організмів.

З антропогенними змінами атмосфери пов'язане й руйнування озонового шару, який є захисним екраном від ультрафіолетового випромінювання. Особливо швидко процес руйнування озонового шару відбувається над полюсами планети, де з'явилися так звані озонові діри (темп розширення – 4 % в рік).

Головною причиною виснаження озонового шару є застосування людиною хлорфторвуглеців (фреонів), які широко використовуються у побуті (аерозолі, холодильники та ін.). Однією з причин виснаження озонового шару може бути і знищення лісів як продуцентів кисню на Землі. Швидкими темпами зростає в атмосфері вміст вуглекислого газу та метану. Ці гази зумовлюють «парниковий ефект» (рис. 1.1).

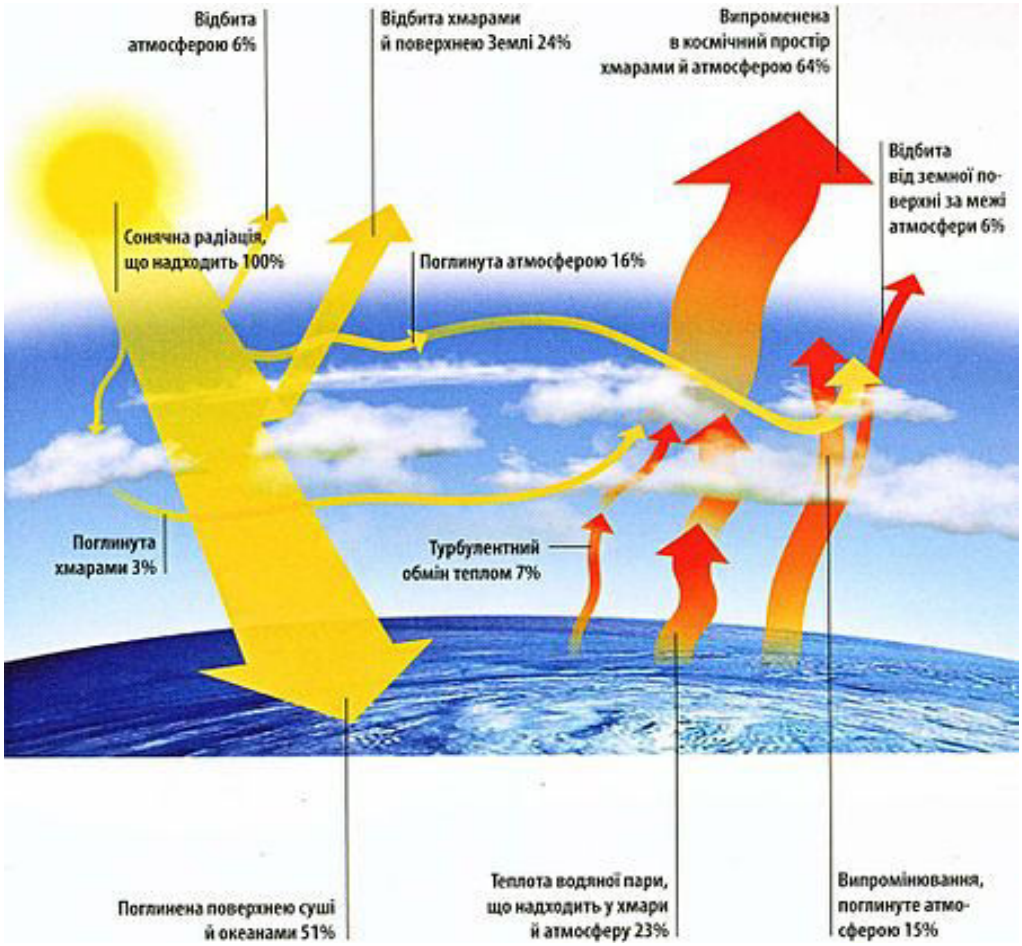


Рисунок 1.1 – «Парниковий ефект»

Вони пропускають сонячне світло, але частково затримують теплове випромінювання, що випускається поверхнею Землі. За останні 100 років концентрація в атмосфері вуглекислого газу виросла на 25 %, а метану – на 100 %. Це супроводжувалося глобальним підвищенням температури. Так, за 80-і роки середня температура повітря в північній півкулі підвищилася в порівнянні з кінцем XIX століття на 0,5-0,6°С. Потепління може призвести до інтенсивного танення льодовиків та підвищення на 0,5-1,5 м рівня Світового океану. При цьому будуть затопленими багато густонаселених прибережних районів. Проте в центральних районах планети клімат може стати посушливішим. Так, у кінці XX століття в Африці та Північній Америці почастішали катастрофічні засухи, які пов'язують з глобальним потеплінням. Таким чином, навіть слабкий вплив на атмосферу може призводити до значних несприятливих наслідків для природних систем.

Забруднення природних вод. Людство практично повністю залежить від поверхневих вод суші – річок та озер. Ця мала частина водних ресурсів (0,016 %) зазнає найбільшого впливу. Вода річок і озер покриває потреби людини в питній воді, використовується для зрошування в сільському господарстві, в промисловості, служить для охолодження атомних і теплових електростанцій. На усі види користування витрачається 2 200 км^3 води в рік.

Споживання води постійно зростає, і одна з небезпек – вичерпання її запасів. Не менш небезпечне явище – забруднення прісних водойм. Унікальним щодо запасів прісної води є озеро Байкал. Це 20 % світових запасів прісної води (виключаючи лід) і більше 80 % запасів Росії. При об'ємі 23 тис. км^3 в озері щорічно відтворюється 60 км^3 чистісінької прісної води. Проте тривогу викликає все зростаюча кількість господарських стоків в озеро, в 1990 р. вона досягла 200 млн. м^3. Нерідко стоки несуть згубні для гідробіонтів речовини, такі як ртуть, цинк, вольфрам, молібден.

Забруднення водойм відбувається не лише відходами промислового виробництва, але й попаданням з полів у водойми органіки, мінеральних добрив, пестицидів, які використовуються в сільському господарстві. При розкладанні органіки витрачається кисень, у зв'язку з цим його вміст у воді знижується і багато тварин гинуть.

Мінеральні добрива спричиняють бурхливий розвиток водоростей, що часто призводить до погіршення якості води та зникнення найбільш цінних видів риб. Більшість пестицидів мають високу стійкість і накопичуються в тканинах організмів. При цьому в організмах кожного наступного покоління їх вміст підвищується у декілька разів, що призводить до мутації організмів. Наукові відкриття XX століття призвели до появи штучних джерел радіації, які являють потенційну небезпеку для людства та усієї біосфери [13].

Морська вода також забруднюється. З річками та стоками прибережних промислових і сільськогосподарських підприємств щорічно виносяться в моря мільйони тонн хімічних відходів, а з комунальними стоками – і органічних сполук. Більше 20 років військовими використовувалися акваторії поблизу Нової Землі і Кольського півострова як ядерні звалища.

Виробництво енергії. Потреба в енергії є однією з основних життєвих потреб людини. У кінці XX століття електроенергію головним чином отримували на гідроелектростанціях, теплових та атомних станціях. Вважалося, що гідроелектростанції є екологічно чистими підприємствами, які не завдають шкоди природі, тому, в останні роки були побудовані найбільші ГЕС на основних великих річках, але цим будівництвом нанесено великий збиток не лише природі, але й людині :

1. Будівництво гребель на рівнинних річках викликає затоплення великих територій під водосховища, що пов'язано з переселенням людей і втратою орних земель, лугів та пасовищ.

2. Гребля, яка перегороджує річку, створює непереборні перешкоди для міграції риб, які піднімаються на нерест у верхів'я річок.

3. У сховищах вода застоюється, проточність її сповільнюється, що позначається на житті усіх організмів, які мешкають в річці та біля річки.

4. Місцеве підвищення води впливає на ґрунтові води, призводить до підтоплення, заболочування, а також до ерозії берегів та зсувів.

5. Великі висотні греблі на гірських річках є джерелами небезпеки, особливо в районах з високою сейсмічністю. У світовій практиці відомі випадки, коли прорив таких гребель призводив до великих руйнувань і загибелі сотень і тисяч людей.

Найнебезпечнішими джерелами забруднення природного середовища є ТЕЦ, на яких спалюються величезні об'єми палива. Довгі роки вважалося, що АЕС є чистішими, ніж ГЕС і ТЕЦ. Проте вони приховують в собі велику потенційну небезпеку у разі аварій реактора. При вибуху на Чорнобильській АЕС в 1986 р. із зруйнованого реактора було викинуто 7,5 тонни ядерного палива і продуктів ділення з сумарною активністю не менше 50 млн. кюрі.

Знищення лісів. Знищення лісів – одна з найважливіших глобальних екологічних проблем сучасності. У функціонуванні природних екосистем роль лісових співтовариств величезна. Ліс поглинає атмосферне забруднювальні речовини антропогенного походження, захищає ґрунт від ерозії, регулює стік поверхневих вод, перешкоджає зниженню рівня ґрунтових вод і так далі. Зменшення площі лісів викликає порушення кругообігу кисню та вуглецю у біосфері. Знищення лісів спричиняє загибель фауни та флори.

Виснаження і забруднення ґрунту. Ґрунти є ще одним ресурсом, який надмірно експлуатується. Родючий шар при неправильному оголенні часто змивається випадаючими опадами (водна ерозія) або розвіюється вітром (вітрова ерозія), відбувається утворення ярів. Ерозія ґрунту в XX столітті стала всесвітнім злом. В результаті неї в цей період на планеті втрачені 2 млрд. га родючих земель. Надмірне зрошування, в першу чергу в умовах жаркого клімату, викликає засолення ґрунтів. Це теж одна з причин вилучення орних земель із сільськогосподарського обороту.

Велику небезпеку несе радіоактивне зараження ґрунту, особливо довгоіснуючими елементами. Радіоактивні речовини з ґрунтів потрапляють в рослини, потім в організми тварин та людей, спричиняючи різні захворювання. Скорочення природної різноманітності. Надзвичайна експлуатація, забруднення, а часто і просто варварське знищення природних співтовариств призводять до різкого зниження біологічного різноманіття. З обличчя Землі за останні 300 років зникло більше видів птахів і ссавців, ніж за попередні 10 000 років. У порушених, збіднених через дії людини співтовариствах у наш час вже виникають нові види з непередбачуваними властивостями. Слід чекати, що цей процес лавиноподібно наростатиме. При впровадженні цих видів в «старі» співтовариства може статися руйнування останніх і виникнути екологічна криза.

Закони взаємовідносин людина – природа (екологічні закони):

1. Закон зворотного зв'язку взаємодії людина – біосфера: "Ніщо не дається дарма". Хід історичних змін зв'язків між природою і людиною призводить до одночасних змін в природі і у формах господарства. Форми господарства, змінюючись внаслідок труднощів, які походять від змін в природі, у свою чергу викликають ланцюгові реакції в природі, тобто спостерігається зворотний зв'язок.

2. Закон незамінності біосфери: "Немає ніяких підстав для надій на побудову штучних співтовариств, що забезпечують стабілізацію довкілля з тією ж мірою точності, що і природні співтовариства" (природа знає краще).

3. Закон оборотності біосфери: "Біосфера прагне до відновлення екологічної рівноваги тим сильніше, чим більше тиск на неї" (усе кудись повинно діватися).

4. Закон безповоротності взаємодії людина-біосфера: "Відновлювальні природні ресурси стають непоновлювальними у разі глибокої зміни середовища, що доходить до поголовного знищення або крайнього виснаження" (усе пов'язано з усім).

Сучасна цивілізація та культура не забезпечують стабільності умов існування на Землі ні життя, ні людини як її частині. Цей висновок знаходить відображення в правилі міри перетворення природних систем: в

ході експлуатації природних систем не можна переходити деякі межі, що дозволяють цим системам зберігати властивість самопідтримання (самоорганізації і саморегуляції).

1.2 Завдання в області поліпшення екології

Збалансований розвиток людства – шлях до вирішення сучасних екологічних проблем. Це шлях соціального, економічного та політичного прогресу, який дозволить задовольнити потреби сьогодення і майбутніх поколінь. Основними напрямами вирішення екологічних проблем є регулювання народжуваності, раціональне управління природними ресурсами, стратегія розвитку промисловості, енергетики і боротьба із забрудненнями, раціональне використання мінеральних ресурсів, стратегія розвитку сільського господарства, збереження природних співтовариств.

Регулювання народжуваності. Чотири основні чинники визначають народонаселення і швидкість його зростання: різниця між коефіцієнтом народжуваності та смерті, міграція, фертильність і кількість жителів в кожній віковій групі. Поки коефіцієнт народжуваності вищий за коефіцієнт смертності, населення збільшуватиметься зі швидкістю, яка залежить від додатної різниці між цими величинами. Чисельність населення Землі або окремої країни може вирівнятися або стабілізуватися тільки після того, як сумарний коефіцієнт фертильності – середнє число дітей, народжених жінкою за її репродуктивний період, – буде рівний або нижчий від середнього рівня простого відтворення, який дорівнює 2,1 дитини на одну жінку. Після досягнення рівня простого відтворення потрібен деякий час для стабілізації зростання населення. Тривалість цього періоду залежить в першу чергу від кількості жінок, які знаходяться в репродуктивному віці (15-44 роки) та від числа дівчаток молодше 15 років, які вступають у свій репродуктивний період [13].

Проміжок часу, впродовж якого зростання населення світу або окремої країни стабілізується, після того, як середній коефіцієнт фертильності досягне або впаде нижче рівня простого відтворення, залежить також від вікової структури населення – процентного співвідношення жінок та чоловіків в кожній віковій категорії. Чим більше жінок в репродуктивному і в дорепродуктивном віці, тим довший період, який знадобиться жителям, щоб досягти нульового приросту населення.

Основні зміни у віковій структурі населення, які відбуваються внаслідок високої або низької фертильності, мають демографічні, соціальні і економічні наслідки, які тривають впродовж життя цілого покоління або навіть більше.

Нинішні темпи зростання населення не можуть зберігатися довго. Вже з кінця XX століття загальна чисельність людей перевищує допустиму –

природну, не за біологічними потребами людини в їжі і так далі, а за питомим тиском на середовище, що виникає при прагненні до забезпечення необхідної якості існування. Існує думка, що до другої половини XXI століття населення Землі стабілізується на рівні 10 млрд чоловік. Цей прогноз ґрунтується на припущенні, що народжуваність в країнах, які розвиваються, знизиться.

Практично у всьому світі визнається необхідність регулювання народжуваності. У ряді країн існують урядові програми з контролю за народжуваністю. Проблема полягає в тому, що народжуваність знижується паралельно із зростанням рівня добробуту, а при сучасному швидкому темпі зростання населення добробут можна покращити тільки при дуже високих темпах економічного розвитку. Навантаження на довкілля в цій ситуації може перевищити допустимий рівень. Однак треба враховувати, що зниження народжуваності призводить до швидкого старіння населення, зменшення частки працеспроможного населення та, як наслідок, уповільнення швидкості розвитку країни.

Раціональне управління природними ресурсами. Обмеженість ресурсів Землі є на початку XXI століття однією з найбільш актуальних проблем людства. Раціональне управління природними ресурсами вимагає цілеспрямованого формування морального фундаменту суспільства, усвідомлення людьми своєї єдності з природою, необхідності перебудови системи громадського виробництва і споживання.

Для свідомого і кваліфікованого управління економікою і природокористуванням необхідно:

- визначити цілі управління;
- розробити програму їх досягнення;
- створити механізми реалізації поставлених завдань.

Стратегія розвитку промисловості, енергетики та боротьба із забрудненнями. Головним стратегічним напрямом розвитку промисловості є перехід на нові речовини, технології, які дозволяють зменшити викиди забруднювальних речовин. У промисловості для цього застосовуються системи очищення стічних вод, оборотне водопостачання та ін. Перехід на нові, "чистіші" джерела енергії також сприяє зменшенню забруднення природного середовища. Так, спалювання на ТЕЦ природного газу замість вугілля дозволяє різко знизити викиди діоксиду сірки.

Раціональне використання мінеральних ресурсів передбачає:

- максимально повне і комплексне витягання з родовища усіх корисних компонентів;
- рекультивацію (відновлення) земель після використання родовищ;
- економне і безвідходне використання сировини у виробництві;
- глибоке очищення і технологічне використання відходів виробництва;

•вторинне використання матеріалів після виходу виробів із вживання;

•використання технологій, що дозволяють проводити концентрацію і витягання розсіяних мінеральних речовин;

•використання природних і штучних замінників дефіцитних мінеральних сполук;

•розробку і широке впровадження замкнутих циклів виробництва;

•застосування енергозберігаючих технологій і таке інше.

Створення нових технологій повинне поєднуватися з грамотною екологічною експертизою усіх, особливо широкомасштабних, проектів в промисловості, будівництві, транспорті, сільському господарстві та інших галузях діяльності людини.

Стратегія сталого розвитку сільського господарства. У кінці XX століття об'єм світової сільськогосподарської продукції зростав швидше, ніж населення. Проте це зростання супроводжувалося, як відомо, істотними втратами: знищенням лісів для розширення посівних площ, засоленням та ерозією ґрунтів, забрудненням середовища добривами, пестицидами і так далі. У подальшому розвитку сільського господарства стратегічним напрямом є підвищення врожайності шляхом виведення та вирощування нових сортів, продуктивніших і стійкіших до хвороб. Успіх в цьому напрямі є успіх селекціонерів, названий «зеленою революцією».

Важливим напрямом підвищення врожайності є зниження втрат від шкідників, хвороб та бур'янів шляхом інтегрованої системи захисту сільськогосподарських культур, де особливе значення у боротьбі з шкідливими організмами надається агротехнічним, селекційним, насінницьким прийомам, сівозмінам, біологічним методам, по можливості – без хімічних методів. Одним з методів збереження врожаю володіє наука про управління атмосферними процесами, яка націлена на досягнення результатів, що передбачають великий економічний та соціальний ефект. Штучний вплив на атмосферні процеси є ефективним засобом підвищення урожаїв.

Збереження природних співтовариств. Основа добробуту людства в майбутньому – збереження природної різноманітності. Стійкість у функціонуванні біосфери забезпечує різноманітність природних співтовариств. Для збереження природних співтовариств потрібне розумне використання біологічних ресурсів, яке полягає в підтримці продуктивності популяції на максимально високому рівні, зборі урожаю, величина якого максимально близька до продукції, що виробляється популяцією.

Існує три канали, по яких може здійснюватися управління продуктивністю популяції: народжуваність, смертність, швидкість зростання індивідів. Ці характеристики перебувають під впливом цілого ряду чинників: харчових ресурсів, стану клімату та ґрунтів, наявністю

вологи, світла, тепла, густоти популяції, взаємодії з іншими видами, наявності хвороб, паразитів і так далі. Змінюючи інтенсивність вилучення біомаси або величини збираного урожаю, людина може впливати як позитивно, так і негативно на ту або іншу популяцію. Для збереження видової різноманітності необхідно зберегти значні за площею непорушені ділянки. Інакше багатьом видам загрожує вимирання. На цьому шляху досягнуті певні успіхи: створена мережа біосферних заповідників в Україні, Росії та інших країнах, де представлені основні співтовариства. На території заповідників заборонена будь-яка господарська діяльність [13].

Контрольні запитання:

1 Вкажіть основні екологічні проблеми та їх вплив на безпеку життєдіяльності.

2 Як впливає зростання народонаселення на навколишнє середовище?

3 Вкажіть основні чинники забруднення природних вод.

4 Як з антропогенними змінами атмосфери пов'язане руйнування озонового шару?

5 Дайте визначення екстериторіальності.

6 Дайте визначення Законам взаємовідносин людина – природа (екологічним законам).

7 Вкажіть основні завдання в області поліпшення екології.

2 ДОКУМЕНТИ ЩОДО ТЕРИТОРІЇ, ЯКІ МАЮТЬ ЕКСТЕРИТОРІАЛЬНИЙ СТАТУС

2.1 Природні території і об'єкти, що підлягають особливій охороні

«Природні території і об'єкти, що підлягають особливій охороні» – це природні території та об'єкти, що мають особливу екологічну, наукову, рекреаційну та ін. цінність для людини та суспільства. В Україні до них належать території і об'єкти природно-заповідного фонду України (природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва), а також курортні, лікувально-оздоровчі, рекреаційні, водозахисні, полезахисні та ін. типи територій і об'єктів, які за національним законодавством підлягають особливій охороні. Ці території та об'єкти в сукупності призначені для збереження природної різноманітності, генофонду видів тварин і рослин, підтримання загального екологічного балансу і становлять єдину систему.

Правовий режим природних територій і об'єктів, що підлягають особливій охороні, регулюється Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991, з подальшими змінами і доповненнями), «Про природно-заповідний фонд України» (1992), «Про курорти» (2000), «Про Червону книгу» (2002) тощо. Норми про охорону цих територій і об'єктів щодо тих або інших природних ресурсів містяться у Земельному, Водному і Лісовому кодексах і Кодексі України про надра, в Законах України «Про охорону атмосферного повітря» (1992), «Про мисливське господарство та полювання» (1999), «Про тваринний світ» (2001) та в ін. нормативних актах.

Загальним для правового режиму цих територій і об'єктів є забезпечення їх цільового призначення, тому вони повністю або частково вилучаються з господарського користування. Особи, винні у здійсненні в межах «Природних територій і об'єктів, що підлягають особливій охороні», забороненої господарської діяльності, притягуються до юридичної відповідальності.

Законом передбачені й інші підстави для такої відповідальності, пов'язані з порушенням режиму охорони відповідних територій і об'єктів (невжиття заходів запобігання аваріям та ліквідації екологічних наслідків від них та іншого шкідливого впливу на ці території та об'єкти, щодо псування, пошкодження чи знищення природних, комплексів цих територій і об'єктів тощо).

Охорона «Природних територій і об'єктів, що підлягають особливій охороні» покладається на підприємства, установи та організації, у віданні

яких вони перебувають, а також на служби державної охорони територій і об'єктів природно-заповідного фонду України. Органи місцевого самоврядування та місцевої державної адміністрації сприяють охороні й збереженню цих територій та об'єктів, виконанню покладених на них завдань. Державний контроль за додержанням режиму «Природних територій і об'єктів, що підлягають особливій охороні», здійснюється Міністерством охорони навколишнього природного середовища України та іншими уповноваженими на те державними органами [13].

2.2 Поняття і правова класифікація територій та об'єктів природно-заповідного фонду

Програма перспективного розвитку заповідної справи в Україні («Заповідники»), Закон України від 21 вересня 2000 року «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України в 2000-2015 роках», Закон України від 24 червня 2004 року «Про екологічну мережу України», а також Закон України від 6 червня 1992 року «Про природно-заповідний фонд України» визначають правові основи організації, охорони, ефективного використання і відтворення заповідників та інших природних комплексів, поняття і правову класифікацію територій і об'єктів природно-заповідного фонду [9].

Природно-заповідний фонд становлять ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонового моніторингу навколишнього природного середовища. За законодавством природно-заповідний фонд охороняється як національне надбання, щодо якого встановлюється особливий режим охорони, відтворення і використання. Фонд розглядається як складова частина світової системи природних територій та об'єктів, що перебувають під особливою охороною.

До природно-заповідного фонду України належать: природні території та об'єкти (природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища); штучно створені об'єкти, (ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва).

Території та об'єкти природно-заповідного фонду, найважливіші об'єкти екологічної мережі, яка являє собою єдину територіальну систему, що утворюється з метою поліпшення умов для формування та відновлення довкілля, підвищення природно-ресурсного потенціалу території України,

збереження ландшафтного та біорізноманіття, місць оселення та зростання цінних видів тваринного та рослинного світу, генетичного фонду, а також інших територій, які мають особливу цінність для охорони навколишнього природного середовища і відповідно до законів та міжнародних зобов'язань України підлягають особливій охороні [9].

Заказники, пам'ятки природи, ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки та парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва залежно від їх екологічної і наукової цінності можуть бути загальнодержавного або місцевого значення. При цьому заказники поділяються на ландшафтні, лісові, ботанічні, загальнозоологічні, орнітологічні, ентомологічні, іхтіологічні, гідрологічні, загальногеологічні, палеонтологічні та карстово-спелеологічні. Серед пам'яток природи розрізняються комплексні, ботанічні, зоологічні, гідрологічні та геологічні.

За соціально-екологічним значенням заповідування поділяється на два види: природне та освітньо-виховне. Природне заповідування має такі організаційно-правові форми: природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, а освітньо-виховне – ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки та парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва.

Освітньо-виховне природне заповідування відрізняється від історико-культурного або архітектурного заповідування. Об'єктами охорони останнього є не природні, а меморіальні, історичні або архітектурні пам'ятки, пов'язані з іменами відомих діячів.

Основні завдання природних заповідників – збереження природних комплексів та об'єктів на їх території, проведення наукових досліджень і спостережень за станом навколишнього природного середовища, розробка на їх основі природоохоронних рекомендацій, поширення екологічних знань, сприяння у підготовці наукових кадрів і фахівців у галузі охорони навколишнього природного середовища та заповідної справи.

Біосферні заповідники – це природоохоронні, науково-дослідні установи міжнародного значення, що створюються з метою збереження в природному стані найбільш типових природних комплексів біосфери, здійснення фонового екологічного моніторингу, вивчення навколишнього природного середовища, його змін під дією антропогенних факторів.

Національні природні парки – це природоохоронні, рекреаційні, культурно-освітній, науково-дослідні установи загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження, відтворення та ефективного використання природних комплексів і об'єктів, які мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність.

Регіональні ландшафтні парки – це природоохоронні, рекреаційні установи місцевого чи регіонального значення, створюються з метою збереження в природному стані типових або унікальних природних комплексів та об'єктів, а також для забезпечення умов для організованого відпочинку населення [9].

Заказниками оголошуються природні території (акваторії) з метою збереження і відтворення природних комплексів чи окремих компонентів.

Пам'ятки природи – окремі унікальні природні утворення, що мають особливе природоохоронне, наукове, естетичне і пізнавальне значення, з метою збереження їх у природному стані.

Заповідними урочищами оголошуються лісові, степові, болотні та інші відокремлені цілісні ландшафти, що мають важливе наукове, природоохоронне і естетичне значення, для збереження їх у природному стані.

Ботанічні сади створюються з метою збереження, вивчення, акліматизації, розмноження в спеціально створених умовах та ефективного господарського використання рідкісних і типових видів місцевої і світової флори шляхом створення, поповнення та збереження ботанічних колекцій, ведення наукової, навчальної і освітньої роботи. Ботанічні сади загальнодержавного значення є науково-дослідними природоохоронними установами. Ботанічним садам місцевого значення в установленому порядку може бути надано статус науково-дослідної установи.

Для збереження і вивчення у спеціально створених умовах різноманітних видів дерев і чагарників та їх композицій для найбільш ефективного наукового, культурного, рекреаційного та іншого використання створюються дендрологічні парки. Дендрологічні парки загальнодержавного значення – науково-дослідні природоохоронні установи. Дендрологічним паркам місцевого значення може бути надано статус науково-дослідної установи.

Зоологічні парки створюються для організації освітньо-виховної роботи, створення експозицій рідкісних, екзотичних та місцевих видів тварин, збереження їх генофонду, вивчення дикої фауни і розробки наукових основ її розведення в неволі. Зоологічні парки загальнодержавного значення є природоохоронними культурно-освітніми установами.

Парками-пам'ятками садово-паркового мистецтва оголошуються найбільш визначні та цінні зразки паркового будівництва з метою їх охорони і використання в естетичних, виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях. Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення є природоохоронними рекреаційними установами. На їх території можуть проводитися наукові дослідження.

Рішення про створення та відведення земельних ділянок природним заповідникам, національним природним паркам, а також щодо інших територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного значення приймаються Президентом України. Рішення про створення біосферних заповідників приймаються Президентом України після вирішення цього питання відповідно до міжнародних угод. Питання про організацію чи оголошення територій та об'єктів природно-заповідного фонду місцевого значення та встановлення охоронних зон, територій та об'єктів природно-заповідного фонду вирішується обласними, міськими (міст республіканського підпорядкування) радами [9].

2.3 Протокол про охорону навколишнього середовища до договору про Антарктику та «Мадридський протокол» (1991)

2.3.1 Визначення протоколу, мета та призначення протоколу

В 1991 році країни-учасниці Договору підписали Протокол про охорону навколишнього середовища Антарктики (Мадридський Протокол) [23]. В 1992 році Україна приєдналась до Договору про Антарктику та отримала статус Асоційованого члена, а після прийняття в лютому 2001 року Закону України «Про приєднання України до Протоколу про охорону навколишнього середовища Договору про Антарктику» Україні необхідно одержати статус Консультативної Сторони в системі Договору про Антарктику.

Відповідно до статті XIII (пункт 1) Договору про Антарктику (далі - Договір) Україна приєдналася до Договору 17 вересня 1992. Згідно з статтею XIII Договору на XVII Консультативній нараді країн-учасниць Договору про Антарктику (КНДА) 28 жовтня 1992 (Італія), Україна одержала статус не-Консультативної сторони Договору. З 1994 року Україна є членом Конвенції з охорони антарктичних живих морських ресурсів (CCAMLR), 5 вересня 1994 Україну прийнято в асоційовані члени Наукового комітету з Антарктичних досліджень (SCAR).

Відповідно до Меморандуму про взаєморозуміння між Британською Антарктичною Службою та Українським антарктичним центром, підписаного у червні 1995, британська антарктична станція «Фарадей» була передана Україні (зараз – станція «Академік Вернадський») [18].

Згідно з статтею X Договору Україна впроваджує комплексні та систематичні дослідження в Антарктиці з 6 січня 1996 року.

На XXIV КНДА депозитарій Договору про Антарктику (США) підтвердив отримання офіційних документів України, що Україна приєдналася до Протоколу про охорону навколишнього середовища до

Договору про Антарктику (далі – Протокол) та Рекомендації XVI-10 (Додаток V до Протоколу).

Згідно з статтею VII Договору про Антарктику міжнародні інспекції 1999 та 2001 років станції «Академік Вернадський» інформували, що Україна у антарктичної діяльності дотримується принципів та основних положень системи Договору про Антарктику. Відповідальність сторін за всеосяжну охорону навколишнього середовища Антарктики та екосистем, що залежать від неї та пов'язані з нею. Антарктика як природний заповідник, призначений для миру і науки [7].

2.3.2 Моніторинг ключових параметрів навколишнього середовища і компонентів екосистеми

Екстериторіальність (від лат. ex – префікс, що означає відокремлення, позбавлення, звільнення, зміну якості) випливає із дипломатичного імунітету (від лат. immunitas – звільнення, свобода). Дипломатичний імунітет – це сукупність привілеїв, що надаються певному колу осіб – громадянам іноземної держави на засадах взаємності. Проте екстериторіальність не вичерпує всього обсягу дипломатичного імунітету, оскільки йдеться лише про імунітет територій, територіальний імунітет. Можливий ще особистий імунітет, тобто імунітет осіб незалежно від конкретного місця – території їх знаходження [7].

1. Охорона навколишнього середовища Антарктики та екосистем, що залежать від неї і пов'язані з нею, та повсякчасна цінність Антарктики, включаючи первісність її природи та її естетичну цінність і значущість як району проведення наукових досліджень, зокрема, досліджень, які необхідні для розуміння глобального навколишнього середовища, повинні бути одним із основних факторів, що беруться до уваги при плануванні і здійсненні будь-якої діяльності в районі дії Договору про Антарктику.

2. З цією метою:

а) діяльність у районі дії Договору про Антарктику повинна плануватися і здійснюватися таким чином, щоб обмежити негативний вплив на навколишнє середовище Антарктики та екосистем, які залежать від неї та пов'язані з нею;

б) діяльність у районі дії Договору про Антарктику повинна плануватися і здійснюватися таким чином, щоб уникати:

I) негативного впливу на характер клімату та погоди;

II) значного негативного впливу на якість повітря та води;

III) значних змін в атмосферному, наземному (включаючи водний), льодовому або морському середовищах;

IV) шкідливих змін у розподілі, кількості чи продуктивності видів або популяцій видів фауни і флори;

V) подальшої небезпеки для видів або популяцій таких видів, що вже знаходяться під загрозою зникнення;

VI) погіршення або суттєвого ризику для районів біологічного, наукового, історичного, естетичного значення або районів, які мають значення завдяки первісності їх природи;

в) діяльність у районі дії Договору про Антарктику повинна плануватися і здійснюватися на основі інформації, достатньої для проведення попередніх оцінок і винесення обґрунтованих висновків про її можливі впливи на навколишнє середовище Антарктики та екосистеми, що залежать від неї та пов'язані з нею, а також на значущість Антарктики для проведення наукових досліджень; такі висновки повинні повною мірою враховувати:

I) масштаби конкретної діяльності, включаючи її район, тривалість та інтенсивність;

II) кумулятивний вплив конкретної діяльності як самої по собі, так і в сполученні з іншими видами діяльності в районі дії Договору про Антарктику;

III) чи буде конкретна діяльність негативно впливати на будь-яку іншу діяльність у районі дії Договору про Антарктику;

IV) чи є технологія і процедури для забезпечення екологічно безпечних операцій;

V) чи існує можливість моніторингу ключових параметрів навколишнього середовища і компонентів екосистем для визначення і забезпечення раннього оповіщення про будь-які негативні впливи конкретної діяльності і забезпечення такої зміни процедур проведення операцій, яка може бути необхідна у світлі результатів моніторингу або розширення знань про навколишнє середовище Антарктики в екосистемах, що залежать від неї та пов'язані з нею;

VI) чи є спроможність негайного й ефективного реагування на аварії, особливо ті, що потенційно можуть впливати на навколишнє середовище;

г) повинен проводитися постійний і ефективний моніторинг для здійснення оцінки впливу діяльності, яка ведеться, включаючи перевірку прогнозованих впливів;

д) повинен проводитися постійний і ефективний моніторинг для полегшення раннього виявлення можливих непередбачених наслідків діяльності, яка здійснюється у районі дії Договору про Антарктику і за його межами, для навколишнього середовища Антарктики та екосистем, що залежать від неї та пов'язані з нею.

3. Діяльність повинна плануватися і здійснюватися в районі дії Договору про Антарктику таким чином, щоб надавати пріоритетне значення науковій діяльності і зберігати значущість Антарктики як району

проведення таких досліджень, включаючи дослідження, необхідні для розуміння глобального навколишнього середовища.

4. Діяльність, що здійснюється в районі дії Договору про Антарктику відповідно до науково-дослідних програм, туризму і усіх інших видів урядової та неурядової діяльності в районі дії Договору про Антарктику, стосовно яких потрібне завчасне повідомлення у відповідності зі Статтею VII Договору про Антарктику [25], включаючи пов'язану з ними допоміжну логістичну діяльність, повинна:

а) здійснюватися відповідно до принципів, викладених в цій Статті;

б) змінюватися, призупинятися або припинятися, якщо вона впливає або створює погрозу впливу на навколишнє середовище Антарктики або екосистеми, що залежать або пов'язані з нею, несумісним із цими принципами чином.

2.4 Діяльність у районі дії Договору про Антарктику

Відповідно до Постанови кабінету міністрів України від 16 червня 2003 р. № 908 «Про забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України у зв'язку з приєднанням до Протоколу про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику», з метою забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України у зв'язку з приєднанням до Протоколу про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику (995_645, 995_224), запропоновано:

1. Затвердити Порядок надання дозволу на провадження діяльності фізичних та юридичних осіб у районі дії Договору про Антарктику (995_224), який додається.

2. Визначити Міністерство освіти і науки уповноваженим органом з питань виконання вимог Протоколу про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику (995_645, 995_224).

Згідно українського законодавства, будь-яка діяльність у районі дії Договору про Антарктику (південніше 60^0півд.ш.) здійснюється на підставі дозволу, що видається в рамках відповідної дозвільної системи України.

Дозвільна система дає можливість юридично забезпечити діяльність представників України в районі дії Договору про Антарктику.

Основою дозвільної системи є Постанова Кабінету Міністрів України від 16 червня 2003 року № 908 «Про забезпечення виконання міжнародних зобов’язань України у зв’язку з приєднанням до Протоколу про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику».

Постановою затверджено Порядок надання дозволу на провадження діяльності фізичних та юридичних осіб у районі дії Договору про

Антарктику. Порядок встановленої форми заповнення заяви та відповідного дозволу.

2.5 Взаємозв’язок з іншими компонентами систем договору про Антарктику

1. Цей Протокол доповнює Договір про Антарктику, не змінює його і не вносить у цей Договір поправки.

2. Ніщо в даному Протоколі не обмежує прав та зобов'язань Сторін Протоколу в інших чинних міжнародних документах у рамках системи Договору про Антарктику.

2.6 Міжнародне співробітництво при плануванні і здійсненні діяльності в районі дії Договору про Антарктику

1. Сторони співробітничають при плануванні і здійсненні діяльності в районі дії Договору про Антарктику. З цією метою кожна Сторона докладає зусиль до того, щоб:

а) здійснювати спільні програми, які мають наукове, технічне та освітнє значення, щодо охорони навколишнього середовища Антарктики та екосистем, що залежать від неї та пов'язані з нею;

б) надавати відповідну допомогу іншим Сторонам у підготовці оцінок впливу на навколишнє середовище;

в) за запитом надавати іншим Сторонам інформацію, яка стосується будь-якої потенційної небезпеки для навколишнього середовища, і сприяти у зведенні до мінімуму наслідків аварій, що можуть завдати шкоди навколишньому середовищу Антарктики або екосистемам, які залежать від неї та пов'язані з нею;

г) консультуватися з іншими Сторонами стосовно вибору місць для розміщення майбутніх станцій або засобів обслуговування, щоб уникати кумулятивного впливу, зумовленого їхньою надлишковою концентрацією в будь-якому місці;

д) проводити спільні експедиції і спільно використовувати станції й інші засоби обслуговування там, де це доцільно;

е) розпочинати такі кроки, які узгоджуються на Консультативних нарадах за Договором про Антарктику.

2. Кожна Сторона, у міру можливості, надає інформацію, що може бути корисною іншим Сторонам при плануванні і здійсненні їхньої діяльності в районі дії Договору про Антарктику, з метою охорони навколишнього середовища Антарктики та екосистем, що залежать від неї і пов'язані з нею.

3. Сторони співробітничають із тими Сторонами, які можуть здійснювати юрисдикцію в районах, що примикають до району дії Договору про Антарктику, з метою забезпечення того, щоб діяльність у районі дії Договору про Антарктику не чинила шкідливого впливу на навколишнє середовище в цих районах [23].

Контрольні запитання:

1 Дайте визначення природних територій і об'єктів, що підлягають особливій охороні.

2 Як регулюється правовий режим природних територій і об'єктів, що підлягають особливій охороні.

3 Правова класифікація територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

4 Призначення та мета протоколу про охорону навколишнього середовища до договору про Антарктику.

5 Дайте визначення екстериторіальності.

6 Вкажіть обмеження щодо діяльності у районі дії Договору про Антарктику.

7 Як регулюється правовий режим міжнародного співробітництва при плануванні і здійсненні діяльності в районі дії Договору про Антарктику?

3 СТАНЦІЯ ФАРАДЕЙ/ВЕРНАДСЬКИЙ

3.1 Фізико-географічне положення станційного комплексу

Антарктика являє собою велику область земної кулі з унікальними та винятково вразливими і, поки, малозабрудненими природними комплексами (екосистемами). Вона включає сам материк – Антарктиду та прилеглий до неї океанічний простір – Південний океан. За межею Антарктики розташована антарктична конвергенція – смуга сходження та перемішування субтропічних і антарктичних водних мас, які мають різні гідрологічні, льодові та температурні характеристики. Ця межа проходить приблизно між 47° і 62° півд.ш.

Відкриття Антарктиди належить російським мореплавцям під командуванням М.П. Лазарева, це відбулося 16 січня 1820 року. До 1895 року на землю Антарктиди не ступала нога людини і ніяких спостережень не проводилось. Початок перших систематичних спостережень в Антарктиці поклало у 1898 році бельгійське судно «Бельжика», яке проводило першу в історії Антарктиди зимівлю біля узбережжя. В період цієї річної зимівлі виконувались метеорологічні спостереження, які не втратили свого значення і зараз.

Систематичні метеорологічні спостереження на континенті проводились експедиціями: Шарко, Скотта, Шеклтона, Амундсена, Моусона та інших. Аналіз даних дозволив метеорологам отримати уявлення про часову мінливість характеристик клімату Антарктиди. В Росії такі перші дослідження виконані А.І. Воєйковим, вони відображені у роботі «Метеорология и климатология южно-полярных стран», в якій він дав наближену для того часу характеристику метеорологічних умов узбережної частини материка, зробив цікаві висновки, щодо загальної циркуляції атмосфери цього регіону земної кулі.

Після закінчення Другої Світової війни відновились спостереження не тільки експедиційного характеру, а також постійними станціями, на яких проводились геофізичні, гляціологічні, метеорологічні дослідження. Постійні станції, на яких велику увагу приділяли метеорологічним спостереженням, почали з’являтися на Землі Грейама, деякі з них працюють і в наш час.

Земля Грейама найбільш доступна частина континенту. Експедиціями проводились спостереження в прибережній частині, метеорологічний режим внутрішніх частин материка залишився не вивченим. Великим поштовхом у вивченні Антарктиди стали підготовка та проведення Міжнародного геофізичного року (МГР) і Року міжнародного співробітництва (РМС). До цього періоду було організовано 55 станцій, більшість з яких продовжують роботу в наш час (рис. 3.1).

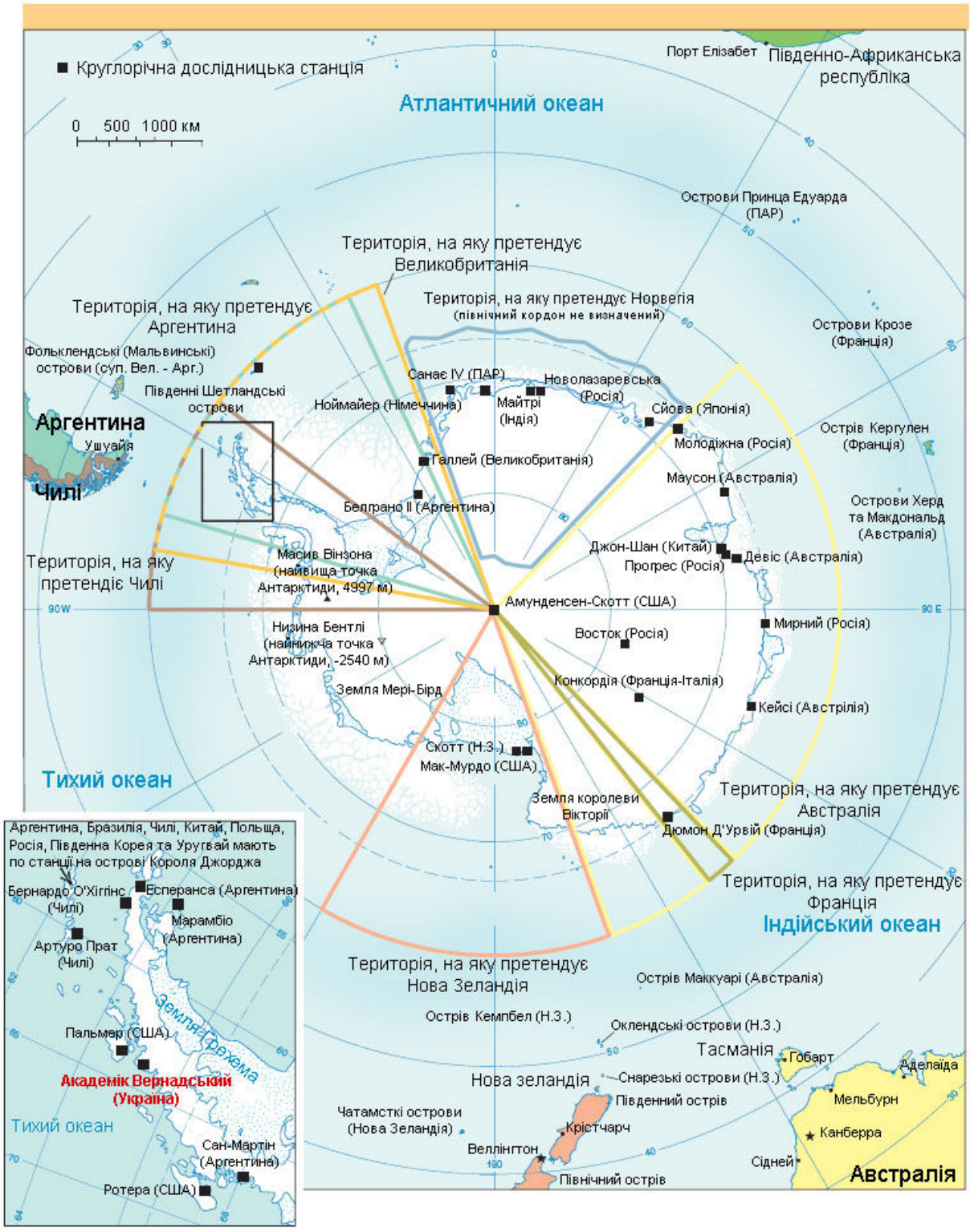


Рисунок 3.1 – Розташування антарктичних станцій

За ініціативою Радянського союзу і США в 1959 році було підписано Договір про Антарктику. Головною причиною появи Договору було бажання зупинити шквальне зростання територіальних посягань на володіння шостим континентом. У наш час до Договору приєдналось 47

країн. Зараз Антарктида має екстериторіальний статус, тобто нікому не належить.

В 1991 році країни-учасниці Договору підписали «Протокол про охорону навколишнього середовища Антарктики» чи, як ще його називають, «Мадридський Протокол» [25]. Пройшло вже немало часу з того моменту, коли Україна стала проводити дослідження на Антарктичному континенті. За цей час українська антарктична станція «Академік Вернадський» впевнено затвердила своє місце на карті Антарктиди і стала відомою в середовищі антарктичного наукового суспільства. На базі станції «Академік Вернадський», в першу чергу, продовжуються дослідження погоди та клімату Південного полярного регіону, прогнозування метеоумов для налагодження морської і повітряної навігації, та рибного промислу українськими суднами в Південному океані, забезпечення національних та міжнародних програм моніторингу природного середовища.

В Антарктиді зосереджено 90 % всієї площі льодовиків Земної кулі, тобто кріосфери, яка є однією із ланок кліматичної системи: атмосфера, гідросфера, літосфера, кріосфера, біосфера. Ланки цієї системи тісно пов’язані між собою та визначають глобальний клімат. Зміни в одній ланці призводять до змін в інших і в кліматичному режимі всієї Земної півкулі чи окремих її територій. В останні роки Антарктичний регіон виявив найбільші рівні проявлення ознак глобального потепління. Реальний вплив, пов’язаних зі зміною клімату процесів, показує глибокі регіональні відмінності як всередині полярних районів, так і між ними – при великій складності цих взаємодій. Наслідки змін клімату в полярних районах, які орієнтовно проявляться протягом майбутніх ста років, скоріш за все перевершать прогнозовані наслідки для більшості інших регіонів та призведуть до таких змін, які вплинуть глобально. Разом з цим, відзначається, що багатогранність можливих реакцій на процеси, які відбуваються, з боку біологічних та соціальних систем, при можливості їх перекривання та взаємного посилення, робить вкрай важкими спроби прогнозування можливих процесів [21].

Аргентинські острови, на яких розміщена перша українська станція «Академік Вернадський», за Антарктичною лоцією, знаходяться за 5 миль від Антарктичного півострова, берега Грейама, як його тут називають Мейнланд – Велика земля. Станція розміщена на острові Галіндез, найвища точка якого – пагорб Вузл висотою 51 метр, вкритий сніго-льодяною шапкою (рис. 3.2).

За даними Британської антарктичної служби наукова база на Аргентинських островах під крилом Антарктичного півострова з'явилася вперше в часи Британської експедиції на Землю Грейама в 1934 році, а з 1947 року тут проводяться безперервні наукові дослідження.

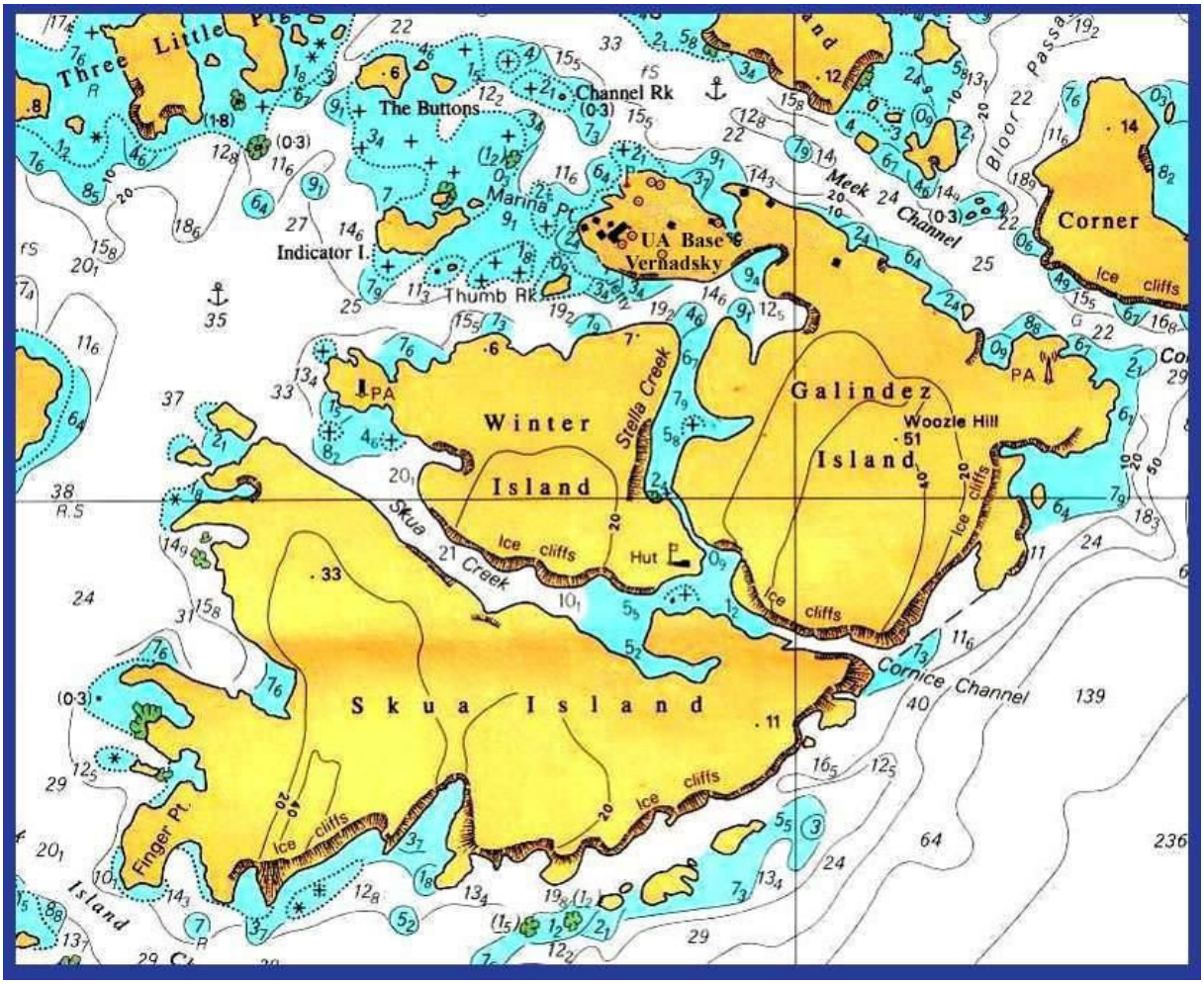


Рисунок 3.2 – Острови Аргентинського архіпелагу (www.uac.gov.ua)

Це найстаріша постійно працююча станція на Антарктичному півострові. База на Аргентинських островах з середини 50-х років – це головна на Антарктичному півострові геофізична обсерваторія для дослідження фізики верхньої атмосфери та клімату. Тут одержують дані про іоносферу, магнітосферу, з метеорології, геомагнетизму та про озоновий шар. Деякі спостереження становлять найтриваліші ряди даних в Антарктиці.

3.2 Українські дослідження в Антарктиці

Оскільки дослідження в Антарктиці потребують дуже великих витрат, пов’язаних з доставкою на далекий континент вчених та обладнання, забезпеченням умов перебування та роботи у несприятливому природному середовищі, то «право на життя» в Антарктиці мають лише ті наукові проекти, які відповідають трьом критеріям.

По-перше, неможливість виконання подібних досліджень ніде, крім Антарктики.

По-друге, вони мають вирішувати проблему глобального значення.

По-третє, дослідження мають проводитись на найсучаснішому рівні методики, технологій та обладнання.

Глобальними проблемами людства, ключовим місцем для вирішення яких є Антарктика, можна визначити такі: озонова діра, глобальні зміни клімату, вплив Сонця на стан навколоземного середовища – «космічна погода», забезпечення людства продуктами харчування (криль та морепродукти), адаптація тваринного та рослинного світу до змін середовища – генноміка.

Станція «Академік Вернадський» (65°15′ півд.ш., 64°15′ зах.д.) є головним чином геофізичною та метеорологічною обсерваторією, розташованою на о. Галіндез архіпелагу Аргентинські острови за 7 км на захід від Антарктичного півострова – Землі Грейама. Станцію обладнано сучасними, в тому числі й українськими, приладами, які утворюють метеокомплекс, лабораторію зондування іоносфери та магнітосфери Землі, магнітометричну та озонометричну лабораторію, лабораторію досліджень низькочастотного випромінювання, біологічну лабораторію (рис. 3.3, 3.4).

Рисунок 3.3 – Розташування лабораторій та приміщень (www.uac.gov.ua)

Найбільш розвиненим напрямком на станції за «українських часів» є дослідження електромагнітного оточення, за проблемою «космічна погода». Так, вченими УАЦ та Радіоастрономічного інституту НАН України на початку п’ятої зимівлі була відпрацьована ідеологія досліджень наднизькочастотного електромагнітного випромінювання та проведені випробування сучасної приймальної апаратури. Ця апаратура дає

можливість дослідити процеси переносу енергії від поверхні Землі до висот іоносфери, які впливають на стан «космічної погоди», визначити, чи існує «електромагнітне забруднення» Антарктики промислово розвинутими регіонами. Завдяки сучасному обладнанню інформація про геомагнітну ситуацію над Антарктичним півостровом (магнітні бурі) надходить зі станції «Академік Вернадський» практично в реальному масштабі часу – із запізненням у 10 хвилин через систему Інтермагнет. Взагалі, забезпечення станції приладами для досліджень «космічної погоди» – магнітного поля Землі, сонячно-земних зв'язків, фізики верхньої атмосфери – є унікальним і не має аналогів в Україні, а за деякими параметрами, і в світі.

Рисунок 3.4 – Вигляд станції «Академік Вернадський» (www.uac.gov.ua)

Станція належить до магнітних обсерваторій світового рівня і має міжнародний код AIA. Магнітометричні вимірювання ведуться за допомогою магнітометрів La Cour та Fluxgate, які безперервно вимірюють варіації магнітного поля – горизонтального і вертикального компонента та магнітного схилення. Протонний магнітометр 122 PPM GM використовується для вимірювань абсолютної величини модуля вектора T

геомагнітного поля, схилення та нахилення I (під час абсолютного калібрування варіометрів). Створена програма візуалізації геомагнітних даних, за допомогою якої представлені матеріали 4-річних спостережень: по вертикалі – добові зміни, по горизонталі – сезонні. За неперервними записами варіометра La Cour, розміщеного в термостабілізованому павільйоні з постійною температурою близько +4,0°C, визначаються тригодинні К-індекси, які регулярно передаються в Міжнародний центр даних.

Протягом 1998 року на станції були встановлені нові чутливі магнітометри вітчизняного виробництва, що дало змогу проводити спостереження геомагнітних пульсацій, їх частот і поляризації. Виявлено, що еліпс поляризації пульсацій Pc4 протягом дня обертається за Сонцем. Вимірювання пульсацій геомагнітного поля на поверхні Землі дозволяє, зокрема, вивчати резонансні магнітогідро – динамічні коливання денної магнітосфери. Максимум розподілу за частотами у денний час знаходиться близько 16-18 МГц, що відповідає резонансній частоті магнітосферного альвенівського резонатора для оболонки станції L=2,4. Вимірювальні датчики чутливих магнітометрів, які вимірюють повний вектор геомагнітного поля та його варіації, розташовані в павільйонах, які не містять магнітних матеріалів, що могли би внести похибки в природне магнітне поле Землі (рис. 3.5).

Рисунок 3.5 – На відстані від всіх будівель знаходяться два немагнітних павільйони геомагнітної обсерваторії станції Вернадський (www.uac.gov.ua)

Іоносферне зондування проводиться напівавтоматичною станцією ISP-42. Це радар для імпульсного радіозондування іоносфери в інтервалах висот 0-800 км на частотах 1,0-22,6 МГц. Імпульси випромінюються кожні 15 хвилин упродовж 20-секундного інтервалу. В періоди значних геофізичних збурень здійснюються частіші вимірювання (через 1, 5 хвилин або безперервні).

Максимальна потужність зондуючого радіоімпульсу – 5 кВт. Дані зондування використовуються, в першу чергу для визначення параметрів плазми шарів E і F іоносфери (критичної частоти, висоти), а також для визначення максимальної частоти радіозв'язку. Досліджуються також зміщення нейтральної атмосфери, поведінка неоднорідностей F-шару іоносфери, ведеться пошук кореляцій з даними інших вимірювань, які виконуються на станції. Використання програми POLAN для одержання реального електронного профілю іоносфери дає можливість вивчати ефекти магнітних бур, розповсюдження акустико-гравітаційних і припливних хвиль, зміни в іоносфері під час затемнень. На графіках показано зміну параметрів іоносферного шару в залежності від висоти Сонця над горизонтом. Реєстрація іонограм ведеться шляхом покадрової фотозйомки з екрана дисплея на 16-міліметрову кіноплівку, а обробка – за методикою URSI з подальшим введенням у комп'ютер за допомогою програми BASIDES. З іонограм визначаються середньомісячні значення параметрів foEs, foF2, M3000 F2 і передаються в УАЦ та на британську станцію Розера для передачі в БАС.

Також на станції проводяться радіоспостереження, методом реєстрації природних радіовипромінювань в діапазоні дуже низьких частот (ДНЧ) досліджуються сонячно-земні зв'язки, механізми передачі енергії сонячного вітру в магнітосферу і іоносферу, а також розсіювання радіохвиль у верхній атмосфері. Такі дослідження є комплексними, оскільки крім даних ДНЧ-приймачів для аналізу стану навколоземного простору використовуються магнітометричні вимірювання та іоносферне зондування.

Для прийому ДНЧ-сигналів застосовується схрещена ромбічна антена (площа 25 м^2 , опір 50 Ом). Реєструються Нх (напрям N-S) і Ну (напрям E-W) компоненти електромагнітної хвилі. Антени розташовані на відстані 1000 м від бази, що значно зменшує шумовий фон електромагнітних випромінювань, генерованих станцією. На половині відстані між антеною і станцією стоїть ДНЧ – будиночок, де встановлені буферні підсилювачі і узгоджуючі пристрої.

Вся реєструюча апаратура розміщена у приміщенні станції. Реєструються радіосигнали різних типів в інтервалі 1-25 кГц. Вістлери, або свисти, утворюються при електричних розрядах в атмосфері. Вони використовуються для вивчення електронної густини в іоносфері і магнітосфері, оскільки поширюються по геомагнітних трубках (дактах) навіть в іншу півкулю – у магнітно-спряжену область. Для станції «Академік Вернадський», розташованої на оболонці L=2,4 – це регіон східного узбережжя США з високою грозовою активністю. Положення станції в геомагнітній системі координат дуже зручне для вивчення ДНЧ-ефектів та явищ «тромпі» (рис. 3.6).

Рисунок 3.6 – ДНЧ-павільйон з апаратурою для прийому електромагнітних коливань дуже низьких частот (ДНЧ) (www.uac.gov.ua)

Найкращими періодами спостережень є нічні години та зимова пора року. Це зумовлено відсутністю іоносферного шару D, який поглинає ДНЧ-сигнали. Проведено аналіз моментів початку східних змін параметрів сигналів навігаційних станцій НДХ-діапазону. Використовувалися результати цілодобових вимірювань фази та амплітуди в діапазоні 10,2-24,0 кГц.

Наднизькочастотні дослідження глобальної грозової та техногенної активності здійснює Радіоастрономічний інститут НАН України, який розробив та застосував у 5-й УАЕ багатоканальний приймач діапазону 3-300 Гц. Одержані нові експериментальні дані про поширення наднизькочастотних природних та штучних сигналів. Розроблено методику, яка дозволяє відновити параметри нижньої іоносфери, якщо вивчати коливання у резонаторі Земля-іоносфера; одержати дані щодо розподілу грозових осередків та здійснити глобальну локалізацію грозових розрядів; вивчати потужні блискавки, що супроводжують потужні торнадо та урагани; виміряти екологічне забруднення електромагнітного оточення вимірюванням потужних ліній електропостачання

Сучасні глобальні зміни клімату, що відбуваються у наземному довкіллі, поява озонової дірки все більш переконливо свідчать про те, що зміни стимульовані техногенною діяльністю людства. Прикладом таких глобальних процесів є викиди хімічних речовин, що зменшують густину

озонового шару, виробничі вибухи, старти космічних ракет. Існує багато теорій щодо пояснення тих чи інших явищ техногенного походження. Експериментальні дані, одержувані на станції «Академік Вернадський», дозволять зрозуміти поведінку складових атмосфери Землі, починаючи з самої поверхні до висот іоносфери. У зв'язку зі стоншенням стратосферного озонового шару, яке спричиняє зростання УФ радіації у біосфері, прямі вимірювання та розробка адекватних моделей з урахуванням різноманітних факторів, що впливають на проникнення біологічно активної ультрафіолетової радіації, відносяться сьогодні до актуальних екологічних проблем. Вивчення цілодобових варіацій вмісту озону важливе для розуміння всіх механізмів його утворення та підтримання балансу. З огляду на зміни клімату, особливо в районі Антарктичного півострова, дослідження впливу атмосферних гравітаційних та планетарних хвиль на утворення озонової діри є ще одною цікавою проблемою, що вирішують вчені УАЦ та інститутів НАН України, які співробітничають з УАЦ (рис. 3.7).

Рисунок 3.7 – Спектрофотометр Добсона №123 (www.uac.gov.ua)

Згідно з останніми даними Британської антарктичної служби, район станції «Академік Вернадський» – це ключове місце для досліджень фізики граничної зони Антарктичної озонової діри. Наявність значних сезонних варіацій загального вмісту озону, його весняні флуктуації та нестабільність є дуже унікальною й зручною умовою, щоб одержати статистично значущий матеріал як для селекції можливих взаємозв’язків,

так і для аналізу можливих механізмів, відповідальних за формування озонової дірки. З цією проблемою також пов’язана задача пошуку та дослідження індикаторів регіональних кліматичних змін в системі гідросфера-гляціосфера-тропосфера-стратосфера-іоносфера в районі Антарктичного півострова та їх взаємовпливу. Мета – визначити та дослідити процеси, які є індикаторами змін клімату в районі Антарктичного півострова, і визначити можливості прогнозу їх динаміки у майбутньому. Для цього проводиться порівняльний аналіз гідрометеорологічних, озонових та іоносферних спостережень на станції «Академік Вернадський» та інших наукових станціях Антарктичного півострова; визначення ступеня зумовленості багаторічних кліматичних змін в районі станції глобальними та регіональними процесами в навколишньому середовищі.

За час роботи станції в Українському антарктичному центрі накопичено великий обсяг матеріалів досліджень. Проблеми впорядкування існуючої інформації, а також створення системи доступу до даних у відповідності до існуючих міжнародних стандартів обміну антарктичними даними є актуальними для подальшого розвитку досліджень. Тому роботу із створення Національного центру антарктичних даних активно розпочато в УАЦ. Ідеологія побудови центру базується на сучасних вимогах розповсюдження і обміну інформацією з антарктичної тематики згідно вимог JCADM – міжнародного Об’єднаного комітету з менеджменту антарктичних даних, членом якого Україна стала з 2003 року [21, 22].

В УАЦ розпочато також роботи з побудови сучасної географічної інформаційної системи (ГІС) регіону Антарктичного півострова, прилеглого до української антарктичної станції. Проведено картографування архіпелагу Аргентинських островів, з метою отримання базових даних для ГІС. Дослідження виконуються з метою підтримки геологічних, екологічних та геодезичних досліджень, моніторингу параметрів малих льодовиків як індикаторів довгострокових змін клімату. Технологія ГІС є найсучаснішою методикою аналізу та відображення просторово розподілених даних наукових та прикладних досліджень.

Синоптичні метеоспостереження розпочаті англійцями з 1947р. Вони продовжуються українськими метеорологами як складова частина багаторічної міжнародної програми з глобального моніторингу атмосфери та океану і включають реєстрацію опадів і снігомірну зйомку, стеження за температурою, рівнем моря, припливами і льодовою обстановкою. Для реєстрації параметрів атмосфери використовується модульна автоматична метеостанція MAWS, з'єднана з комп'ютером. Повні синоптичні виміри здійснюються за стандартною програмою Всесвітньої метеорологічної організації через тригодинні інтервали. Визначаються висота, кількість і

тип хмар, прозорість атмосфери, видимість по визначених реперах та ін. (рис. 3.8).

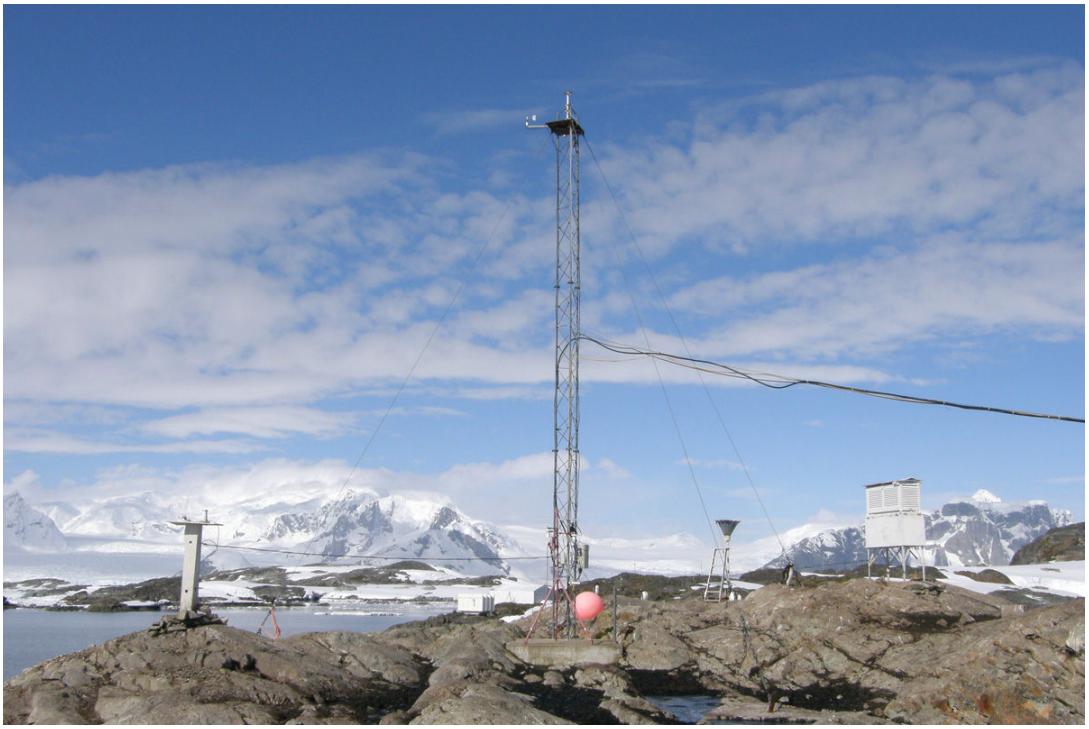


Рисунок 3.8 – Метеорологічний майданчик (www.uac.gov.ua)

Спостереження припливних явищ здійснюються за методикою Прудмановської океанографічної лабораторії з використанням автоматичного датчика припливів «Tide Logger» і з занесенням щогодинних вимірів у базу даних (рис. 3.9). Ці дані щорічно надаються фахівцям Прудмановської лабораторії. Для спостережень за льодовою обстановкою довкола станції використовуються човни, а візуальні оцінки виконуються з найвищих точок островів Галіндез і Скуа.

Визначення товщини морського льоду проводиться льодовим буром. Упродовж всього року в протоках Пенола і Френч з'являється велика кількість айсбергів (в середньому до 40, часом більше 50) та дрейфуючого льоду. В бухтах і протоках навколо острова Галіндез товщина льоду взимку збільшується до 60-80 см. За програмою гляціологічних досліджень на льодяному куполі пагорба Вузл на о. Галіндез був розміщений снігомірний полігон для вивчення мікроклімату купола і льодовикової обстановки, спостережень за висотою снігового покриву, температурою морської води і кількістю атмосферних опадів. На замовлення МАГАТЕ (Відень) виконується програма реєстрації та відбору проб опадів з метою контролю забруднень навколишнього середовища. Вони щорічно надсилаються в МАГАТЕ.

а) б)

Рисунок 3.9 – Будка з апаратурою для вимірювання рівня моря (а), автоматичний мареограф ОТТ (б) (www.uac.gov.ua)

Проведено синоптичний аналіз і побудовано модель проходження над Антарктичним півостровом циклону з властивостями глибокої депресії вибухового характеру – метеобомби. Це явище спостерігалось в період з 31 березня по 4 квітня 1998 р., коли відбулося значне погіршення погоди та умов мореплавання в районі станції.

Морські антарктичні експедиції виконують комплексні завдання – доставку полярників, матеріалів життєзабезпечення і необхідної апаратури на станцію, проведення наукових досліджень під час рейсу та в Антарктиці. Програми наукових робіт включають вивчення природних морських екосистем, основу яких в Антарктиці складає криль, вивчення геологічних структур, рельєфу дна океану, оперативний прийом і аналіз знімків метеорологічних супутників для забезпечення безпеки мореплавання. Маршрути руху судна в Атлантичному океані прокладаються по траєкторіях альтиметричних супутників для виконання комплексних геофізичних вимірювань і порівняння супутникових і суднових вимірювань. Роботи експедицій в морях Антарктики проводилися в акваторіях Південних Оркнейських, Південних Шотландських та Аргентинських островів, у протоці Дрейка.

Від Канарських островів до Бразильської котловини маршрут судна має субмеридіональне орієнтування, протяжністю 4000 км, майже по нормалі перетинається система розломів і екваторіальна зона Серединно-Атлантичного хребта. Це дозволило провести докладний аналіз тектонічних і геодинамічних особливостей регіону на різних просторових масштабах. На основі кількісних статистичних оцінок підтверджено інформативність супутникових альтиметричних даних для геолого-тектонічного аналізу дна океану.

Під час проведення морських експедицій, головним завданням було виконання біоресурсних досліджень, зокрема, гідроакустичної зйомки з обліку біомаси криля. Його промисел традиційно зосереджувався в південній частині моря Скота, поблизу островів Мордвинова і Кінг-Джордж. Ці райони є перспективними для вітчизняного промислу і на майбутнє, тому важливо здійснювати регулярний моніторинг криля для оцінки його запасів і розробки прогнозів. Роботи судна на біоресурсних полігонах тривають десятки днів, припиняючись хіба що через шторм

У морських експедиціях здійснюється відбір зразків донних відкладів, дослідження природного середовища поблизу острова Галіндез та обстеження екологічного стану навколо станції. Це необхідно для оцінки впливу станції і самих морських експедицій на антарктичні екосистеми згідно з вимогами міжнародного Договору про Антарктику, Протоколу про охорону навколишнього середовища та п'ятьох додатків до нього, спрямованих на захист екологічної безпеки Антарктичного регіону.

Нарешті в майбутньому, ще одним важливим напрямком досліджень України в Антарктиці буде комплексний аналіз антарктичних екосистем, дослідження факторів їх стабільності, а також особливості роботи людини в умовах Антарктики. Очевидно, що проблеми, які постають під час досліджень екосистем, популяцій, не можуть бути вирішені без залучення сучасних генетичних методів. Наприклад, дати відповідь на питання про генетичну ізольованість окремих скупчень криля, що має принципове значення для організації раціонального промислу, неможливо без використання генетичних маркерів. Генетичні методи та підходи мають бути ключовими під час досліджень структури популяцій та їх динаміки, основ стабільності розвитку та адаптивності біоти Антарктики, параметрів нестабільності геному та їх зміни під впливом антарктичних умов. Тому розпочате в УАЦ створення сучасної генетичної лабораторії є вимогою часу. Таким чином, українські дослідження в Антарктиці спрямовані на вирішення ключових проблем людства і досить ефективно розвиваються у відповідності до найсучасніших тенденцій антарктичної науки.

3.3 Негативні впливи на навколишнє середовище Антарктики та екосистем, які залежать від неї та пов'язані з нею

3.3.1 Гідролого-гідрохімічна характеристика шхерного мілководдя в районі Аргентинських островів

Архіпелаг Аргентинські острови розташовується в середній частині західного тихоокеанського шельфу Антарктичного півострова. Його загальна площа, включаючи води, які омивають район станції, становить ~22 км^2. В архіпелазі налічується більше тридцяти островів, найкрупніші з них

мають площу 1 км^2 кожен. Близько половини території островів займають льодовикові куполи, бар'єри яких складають значну частину берегової лінії.

Рельєф дна акваторії характеризується різкими перепадами глибини (від 5 до 55 м). Як острови, так і морське дно архіпелагу, складені міцними вулканогенними виверженими і метаморфічними породами. Береги переважно скелясті, круті, абразійні платформи і пляжі практично відсутні. У зв'язку з цим донні відклади незначної потужності, що формуються за рахунок слабкого террігенного стоку і процесів седиментації завислих речовин мінеральної і органічної природи, акумулюються тільки в зонах з ослабленою динамікою вод (западини дна і бухти, що глибоко вдаються в сушу).

Гідролого-гідрохімічні характеристики архіпелагу, в основному, визначаються його географічним положенням. З одного боку, відбувається вплив типових тихоокеанських вод Субантарктичної зони, з іншого – вплив вод Антарктичного генезису, які формуються в результаті сезонної мінливості водно-льодового режиму. Дрібномасштабна динаміка і структура водних мас архіпелагу, відповідно до напряму домінуючих вітрів, визначаються переважаючим поверхневим згоном-нагоном, а також, відносно слабкими, припливно-відпливними течіями [1].

Крім того, просторова і тимчасова мінливість розподілу океанологічних параметрів пов'язана з морфометрічними особливостями архіпелагу і локальним впливом стоку талих вод і речовин з території островів. Зокрема, джерелом надходження в прибережні води органічних речовин можуть служити берегові розпадки з покриваючими їх мохово-лишайниковими луговинами, а також місця скупчення тюленів, пінгвінів і колоній морських колоніальних птахів. Функціонування станції, разом з визначеними чинниками, може зробити локальний вплив на прибережні екосистеми. У зв'язку з цим проведені дослідження особливостей гідролого-гідрохімічних характеристик архіпелагу для виявлення ролі природних і антропогенних чинників. Вибір станцій спостережень, представлених на схемі (рис. 3.10), зумовлений метою досліджень і умовами проведення робіт.

На станціях 16-30, відносно рівномірно розподілених по акваторії архіпелагу, роботи виконували з борту мотобота. Проби води відбирали з поверхневого і придонного горизонтів батометром Молчанова, донних відкладів – дночерпальником Петерсона з площею захоплення 0,1 м^2. Станції 4-12 розташовані по периметру о. Галіндез в районах, доступних для відбору проб біля урізу води (на літоралі). З них п'ять (4-8) – на мисі Марина, в безпосередній близькості до господарських об'єктів станції «Академік Вернадській», у тому числі: 4 – сліп і місце скидання кухонного сміття; 5 – водозабір для водозабезпечення станції; 6 – стік з лазні; 7 – скидання господарських стічних вод; 8 – симетрично точці водозабору щодо скидання стічних вод. На станціях 5-8 відбір проб проводився тричі (2, 7 і 16

березня). Станції 9-12 розташовані в зонах, віддалених від прямого впливу антропогенних чинників: 9 – мис Пінгвін (лівий вхідний мис з протоки Пенола в протоку Мік); 10 – мілководна бухта на початку східного бар'єра льодовикового купола; 11 і 12 – дрібні бухти в гирлах берегових розпадків, що приймають стік талих вод. Зйомки проводилися з 10 до 12 години в однакові фази припливно-відпливної динаміки вод, близькі до мінімального рівня води (за даними мареографа станції «Академік Вернадський») [1].

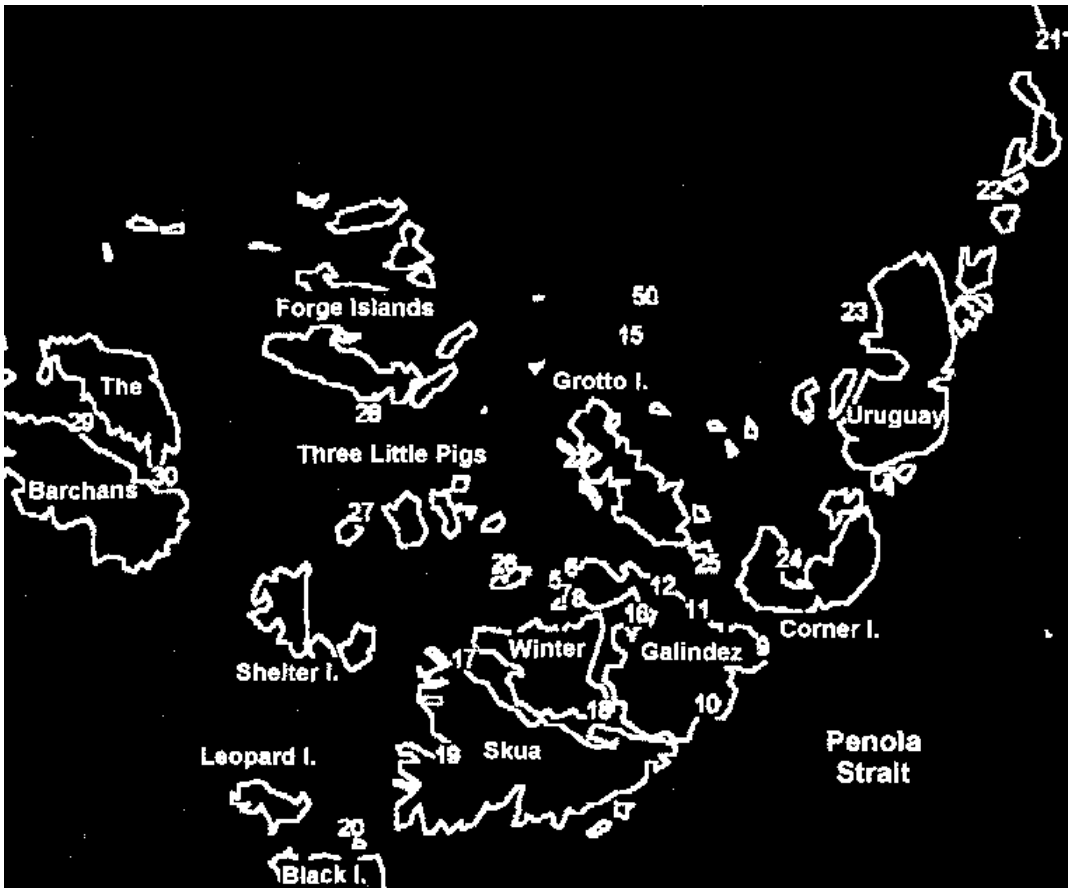


Рисунок 3.10 – Схема станцій спостережень в районі Аргентинських островів

Визначення прозорості (по диску Секі), температури води, pH, Eh, (pH-метром «Bekman» з автономним живленням), а також фіксацію кисню для визначення розчиненого кисню і БСК, проводили безпосередньо на місці відбору проб. Решту визначень (солоність, вміст нітриту, нітратів, іонів амонію, загального азоту, фосфатів і загального фосфору) виконували з об'ємів води, доставлених в суднову лабораторію, через 2-3 години після відбору [12, 14, 15]. Матеріали проведених досліджень представлені в табл. 3.1.

Наслідком впливу вищеназваних чинників є значна часова та просторова неоднорідність розподілу параметрів, які вивчаються. Так, солоність вод архіпелагу дещо нижча, ніж тихоокеанських, при переважній опрісненості поверхневого горизонту. Це пояснюється впливом вод Антарктичного

генезису, опріснених в результаті сезонного льодовикового і снігового стоку і танення айсбергів.

Таблиця 3.1 - Швидкість і напрям вітру в період зйомки

Дата	№ станцій	Вітер в 9°		Вітер в 15°	
		м/с	град.	м/с	град.
1.03.97	15	13,4	7	7,2	295
2.03.97	4, 5, 6, 7, 8	2,8	178	3,1	216
3.03.97	9, 10, 11, 12	3,7	162	2,3	168
4.03,97	-	8,7	19	5,2	32
5.03.97	16, 17, 18, 19,20	1,0	350	1,2	190
6.03.97	21,22,23,24,25	4,3	230	2,6	184
7.03.97	5, 6, 7, 8, 26, 27, 28, 29, 30	5,1	36	12,1	22
16.03.97	5, 6, 7, 8, 50	9,9	40	10,0	30

Мінливість температури води і солоності в період проведення зйомок в значній мірі зумовлена зміною напрямку вітру (табл. 3.1) і відповідно перенесення вод поверхневими вітровими течіями. З 5 по 7 березня, коли був виконаний основний обсяг робіт на акваторії архіпелагу (ст. 16-30), солоність вод поверхневого горизонту змінювалась в діапазоні від 29,1 до 31,2 ‰, а придонного – від 30,8 до 32,5 ‰. Коливання температури склали 1,2-(-0,1)°С; 1,2-0,6°С в поверхневому та придонному горизонтах відповідно. Як видно з рис. 3.11, при сонячній погоді і слабкому вітрі нестійкого напряму (практично штилі), в районі ст. 16-20 фіксується незначне зниження температури до дна при опрісненості поверхневого шару. Мінімальна солоність була зафіксована в зонах впливу стоку талих вод з островів (ст. 16, 18, 19).

Максимальні вертикальні перепади температури і солоності були зафіксовані в другий день зйомки при вітрі південних румбів в районі, розташованому на північний схід від о. Галіндез, який найбільше зазнав впливу нагону охолоджених і опріснених вод з протоки Пенола. Це пов'язане з нагоном більш теплих і солоних вод, а також інтенсивним перемішуванням водної маси в результаті хвильової діяльності. Мінливість температури і солоності в літоральній зоні о. Галіндез пов'язана із згоном-нагоном і з локальним впливом стоку талих вод. За рівнем вмісту біогенних речовин (мінеральних і органічних форм азоту і фосфору) води архіпелагу можна охарактеризувати як мезотрофні, що типове для Субантарктичного регіону. Сезон зйомки визначив переважання мінеральних форм азоту і фосфору над органічними. Домінування окисленої форми азоту (нітратів) над відновленими (іонами амонію і нітритом) свідчить про високу інтенсивність процесів нітрифікації, чому сприяє насиченість вод розчиненим киснем [1].

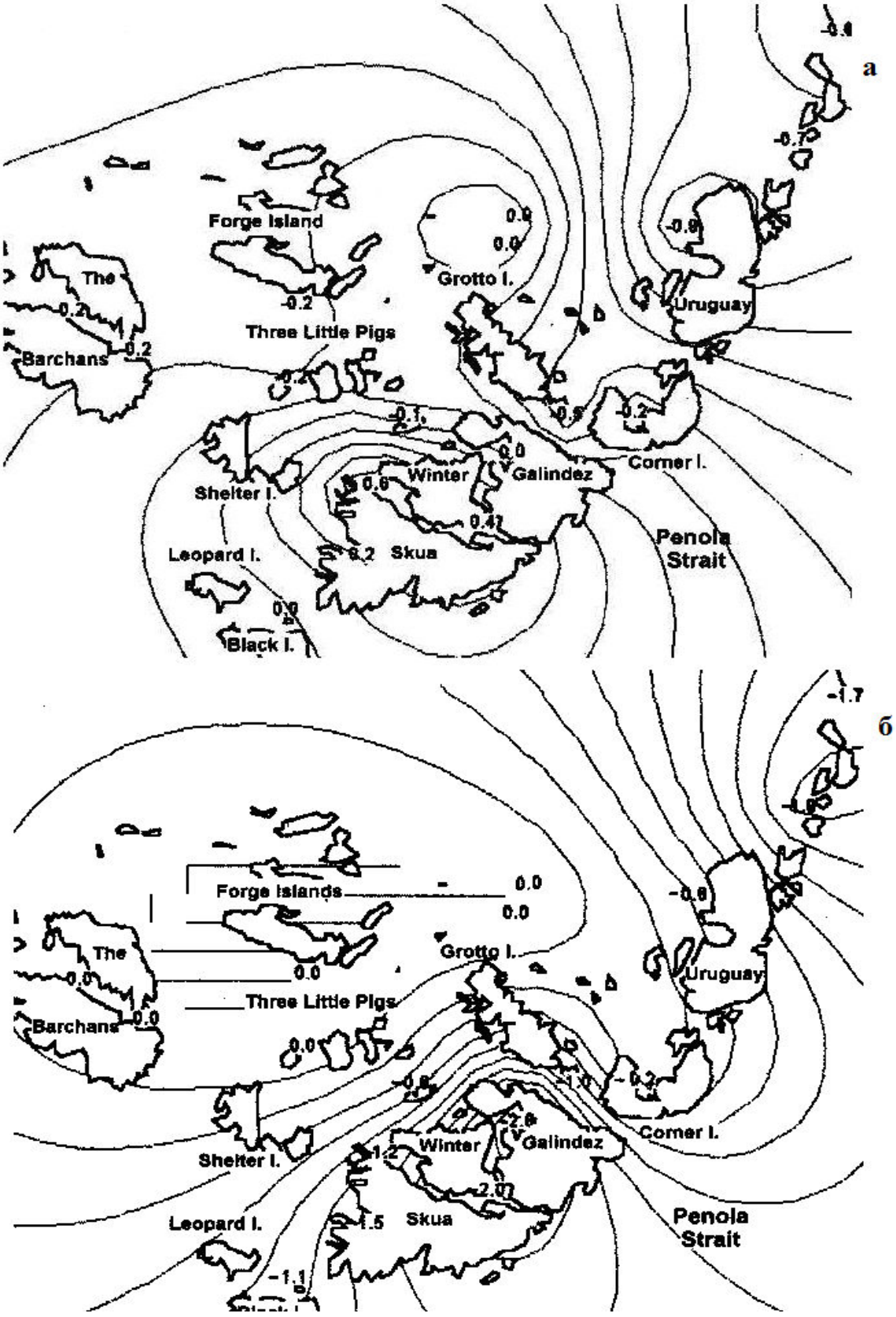


Рисунок 3.11 – Розподіл величин вертикального перепаду температури води (а),°С і солоності (б) ‰ по акваторії архіпелагу (поверхня-дно)

Вміст кисню до дна, як правило, знижується. Виняток становлять станції з глибиною до 10 м (20, 24, 27, 28), на яких, унаслідок заглибленості зони фотосинтезу, забезпеченої високою прозорістю вод (10-11 м), зафіксовано збагачення придонного шару киснем. На більшості станцій (~70 %) підвищений вміст кисню (аж до пересичення) в поверхневому горизонті закономірно супроводжується зниженням вмісту мінеральних форм азоту і фосфору і дещо підвищеними значеннями pH і Eh. Це підтверджує зв'язок гідрохімічних характеристик з інтенсивністю процесу первинної продукції органічної речовини фітопланктону. Мінімальні концентрації кисню в поверхневому горизонті на акваторії архіпелагу, а також на літоралі о. Галіндез відповідають підвищеним значенням $БСК_5$, тобто були пов'язані з витратою кисню на процес деструкції органічної речовини природного і антропогенного походження. Високі значення $БСК_5$ на ст. 22 і 30, очевидно, зумовлені локальним надходженням у води продуктів метаболізму птахів і тварин, утворюючих скупчення на найближчих островах, а на ст. 5, 6, 7 – впливом господарських об'єктів станції «Академік Вернадський».

Слід зазначити, що величина $БСК_5$ біля мису Марина стабільно вища, ніж в акваторії архіпелагу та ділянках літоралі, віддалених від антропогенних джерел. Деяке збагачення вод ст. 12, які легко окисляються органічною речовиною ($БСК_5$=0.85мг/л) можна віднести за рахунок її винесення з талими водами, що протікають через мохово-лишайникову луговину.

Основним антропогенним джерелом збагачення прибережної зони органічними і мінеральними біогенними речовинами є скидання неочищених господарсько-побутових стічних вод.

У вузьких протоках і бухтах групи крупних островів Галіндез, Вінтер та Ськуа, де були зафіксовані максимальні вертикальні перепади солоності і кисню, при відносно рівномірному прогріванні всієї водної товщі, було відзначено накопичення іонів амонію в придонному шарі (ст. 16-20). Це свідчить про відсутність стійкої циркуляції вод, тут виявляється тенденція до формування застійних зон з незавершеним біогенним циклом. Характерно, що саме в цих зонах (ст. 16-18) була знайдена акумуляція донних відкладів.

В результаті проведених досліджень виявлена значна просторова та часова мінливість розподілу гідролого-гідрохімічних характеристик в акваторії Аргентинських островів, яка пов'язана із змішаним генезисом вод, морфометрічними особливостями архіпелагу і формується під впливом поверхневих вітрових течій, а також стоку вод і речовин з території островів. В цілому рівень вмісту, вертикальний розподіл і домінуючі форми біогенних речовин визначаються інтенсивністю продукційно-деструкційних процесів [14]. Вплив господарських об'єктів станції «Академік Вернадський» виявляється в локальному збагаченні

органічними і мінеральними біогенними речовинами прибережної зони мису Марина.

Вертикальна неоднорідність вод за відсутності стійких циркуляції у вузьких протоках і бухтах островів Галіндез, Вінтер та Ськуа створює передумови формування в придонному шарі застійних зон з незавершеним біогенним циклом. В умовах весняно-літніх піків розвитку продукційних процесів це може призвести до локальної стагнації внаслідок накопичення автохтонних продуктів метаболізму, аллохтонних і забруднювальних речовин до екологічно небезпечних рівнів [1].

3.3.2 Вплив станційного комплексу «Академік Вернадський»

Українська антарктична станція «Академік Вернадський» розташована в приполярному районі в 8-10 км на захід від Антарктичного півострова (протока Пенола). Географічні координати станції: 65º 15´´ півд. ш. та 64º 16´´ зах. д. Станція (двоповерховий Г – подібний корпус з дерева та пластику з металевим облицюванням) побудована на скельному ґрунті, головним чином, в 1953-1954 рр., а додаткове будівництво та реконструкція завершена в 1978-1980 роках. Станційний комплекс включає головний лабораторний та житловий корпуси, будинок дизельної електростанції та механічної майстерні, три складських приміщення, дві магнітометричні лабораторії (скловолоконний та варіометричний павільйони), радіометричну низькочастотну лабораторію, аерологічний павільйон, гідро- та метеопости, два пірси. Між будівлями прокладені дерев'яні і бетонні пішохідні доріжки.

Як дослідницька база з цілорічним періодом функціонування станція добре обладнана для проведення досліджень в галузі іоносферного зондування, метеорологічних та магнітометричних спостережень, досліджень озонового шару.

На станції можуть одночасно працювати 24 спеціалісти. Кількість зимівників в чотирьох українських антарктичних експедиціях складала від 11 до 14 чоловік. Одним з недоліків в природоохоронній діяльності УАС є відсутність технічних засобів для очистки води та вихлопних газів від шкідливих домішок. Тому, згідно з прийнятою класифікацією та вимогами Міжнародного наукового комітету з досліджень в Антарктиці, станцію віднесено до типу найбільш «екологічно впливаючих» на антарктичні екосистеми.

Вплив діяльності станції на морське середовище проявляється в скиданні неочищених стічних вод від головного корпусу та бані, змиві залишків нафтопродуктів з місця пролиття дизельного пального у 1992 році, утворенні та скиданні в море харчових, твердих, у тому числі токсичних, відходів [8, 9].

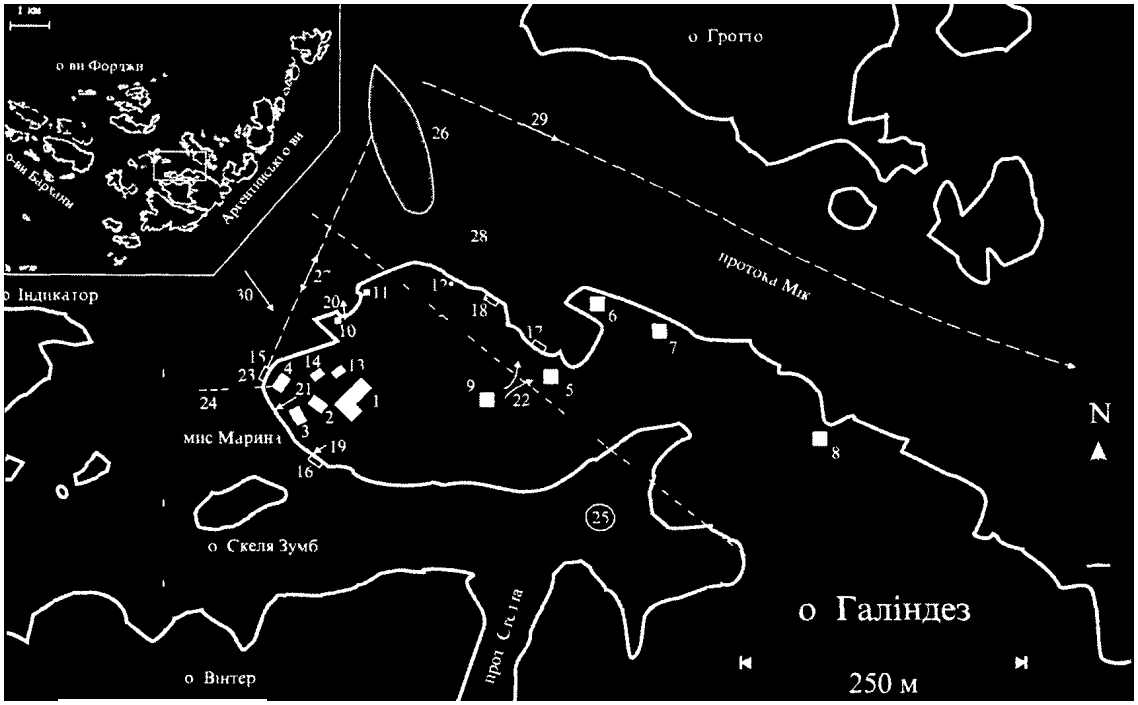


Рисунок 3.12 – Карта-схема розміщення техногенних об’єктів станції та станційних джерел забруднення: 1 – головний лабораторний і житловий корпус; 2 – будинок дизельної електростанції і механічної майстерні; 3 – складське приміщення з пресом-компактером; 4 – будинок складу-столярні з двома холодильними камерами і водозабірними насосами; 5 – будинок склад (аварійна база); 6 – магнітометрична лабораторія (скловолоконний павільйон); 7 – магнітометрична лабораторія (варіометричний павільйон); 8 – ОНЧ павільйон; 9 – аерологічний павільйон; 10 – лазня; 11 – гідро пост; 12 – метео пост; 13 – велика паливна ємність; 14 – мала паливна ємність; 15 – сліп; 16 – пірс основний; 17 – пірс допоміжний; 18 – естакада під паливні шланги; 19 – місце скиду неочищених господарсько-побутових стічних вод; 20 – скид стічних вод від лазні; 21 – змив залишків нафтопродуктів з місця пролиття; 22 – звалище твердих відходів процесу одержання водню; 23 – місце скиду відходів харчових продуктів; 24 – водозабір; 25 – місце стоянки яхт; 26 – місце стоянки НДС «Ернст Крендель» під час розвантаження; 27 – паром; 28 – гнучкий трубопровід для перекачування дизпалива; 29 – маршрут руху НДС в напрямку протоки Пенола; 30 – сектор фотозйомки панорами станції.

В навколишнє середовище попадають також токсичні речовини, які утворюються при експлуатації малих моторних плавзасобів, дизель-генераторів та інших технічних засобів. Стічні води, харчові відходи та шлак від опріснювальної установки скидаються в прибережні води без очистки.

Серед джерел забруднення морського середовища найбільш значущим є туризм та, як його наслідок, судноплавство. Рівень антропогенного навантаження на морське середовище прилеглої до станції акваторії зумовлює необхідність постійного контролю за її станом, що передбачено Протоколом по охороні навколишнього середовища Антарктиди. Дослідження підтвердили негативний вплив діяльності станції на навколишнє середовище [8, 9].

Вченими УАС впродовж кількох Антарктичних експедицій проведена оцінка навантаження діяльності станції на стан навколишнього середовища і, в першу чергу – морської акваторії поблизу скиду стічних вод. З цією метою була використана «Методика прискореної інвентаризації джерел забруднення навколишнього середовища». Ця методика підготовлена Всесвітньою Організацією здоров'я за програмою «Глобальна мережа технологій в області навколишнього середовища». Використання цієї програми дозволяє ідентифікувати, оцінювати та здійснювати заходи, направлені на визначення першочергових задач в процесі робіт із зниження рівня забруднення навколишнього середовища. Ця модель використана в роботі для розрахунку навантаження стоків забруднювальних речовин, які надходять в морське середовище поблизу о. Галіндез та прилеглої акваторії в результаті діяльності УАС. Навантаження у даному випадку залежить безпосередньо від кількості людей, проживаючих на станції протягом року. На станції постійно мешкає 12-15 чоловік. В літню пору року, в період, рівний двом місяцям, станцію відвідують туристи.

Розрахунки навантаження неочищених комунально-побутових стічних вод на навколишнє середовище показали, що на одну людину припадає на рік 55 кубометрів стоків, в яких міститься 39,2 кг завислих речовин, 3,3 кг загального азоту, 1,93 кг загального фосфору, 7,3 кг нафтопродуктів, біологічна потреба кисню при цьому склала 18,1 кг.

З розрахунку цих показників маємо такі значення величин річного навантаження стоків та основних забруднювальних речовин, які створюються персоналом станції з 13 чоловік (без туристів та сезонного персоналу):

- об'єм стоків – 715 $м^3$ /рік (1,96 $м^3$ /д);
- завислі речовини – 510 кг/рік;
- загальний азот – 43 кг/рік;
- загальний фосфор – 12 кг/рік;

- нафтопродукти – 95 кг/рік;
- біологічне споживання кисню – 235 кг/рік.

Представлені вище дані розраховані для випадку присутності на станції тільки персоналу зимівників. При розгляді динаміки навантаження, створюваного туристами та сезонним персоналом, необхідно врахувати, що кількість людей, які мешкають на станції одночасно може становити 250 чоловік. З урахуванням кількості туристів та сезонного персоналу середня кількість людей в розрахунку на рік складає 38 чоловік. В такому разі добове навантаження буде безпосередньо залежати від кількості людей, одночасно присутніх на станції протягом кожних окремо взятих діб, а також від кількості та типів суден, на яких прибули туристи [12].

Можливо приблизно вважати, що з урахуванням туристів, сезонного персоналу станції навантаження на навколишнє середовище буде в 3 рази вище, чим при мешканні на станції тільки зимівників. Виміри, проведені в 1997-1998 рр. на дослідницькому судні «Ернст Кренкель», показали, що наявне навантаження стоків на якість морської води вже призвело до її деякого (локального) погіршення. Якщо припустити, що кількість туристів збільшиться, наприклад, до 50 чоловік в день, то виникне необхідність будівництва на станції очисних споруд, із застосуванням в крайньому випадку технології хімічної коагуляції (щодо біогенного забруднення) та біологічної очистки (для нафти та інших стійких до деградації забруднювальних речовин). Судна, які відвідують станцію, повинні бути обладнані збірними танками, скидання з яких забруднювальних речовин в зоні діяльності станції повинно бути заборонено.

Рівень антропогенного навантаження на морське середовище прилеглої до станції акваторії зумовлює необхідність постійного контролю за її станом, що відзначено в Договорі про Антарктику і доданому до нього Протоколі про охорону навколишнього середовища і в ряді проблемних статей [6, 23, 24, 28].

В період двох морських Антарктичних експедицій (1997 і 1998 рр.) були виконані натурні спостереження, що підтвердили локальний вплив діяльності станції на стан морського середовища [2, 16, 17]. Разом з тим, видається цікавим і доцільним розрахувати навантаження і оцінити вплив діяльності УАС на якість морського середовища, використовуючи «Методику прискореної інвентаризації джерел забруднення навколишнього середовища» (МПІДЗ) [19]. Ця методика підготовлена Всесвітньою Організацією охорони здоров'я (ВООЗ) за програмою «Глобальна мережа технологій в області навколишнього Середовища (GETNET)». Використання вказаної програми дозволяє органам місцевого і державного управління ідентифікувати, оцінювати і вживати заходи, направлені на визначення першочергових задач в процесі робіт із зниження рівня забруднення. Метою цієї програми є оцінка дії

антропогенного навантаження УАС на якість морського середовища в районі архіпелагу Аргентинських островів за допомогою модельних розрахунків з використанням МПІДЗ.

Навантаження забруднювальних речовин (ЗР) на навколишнє природне, у тому числі морське, середовище залежить від ряду параметрів, до яких слід віднести: тип джерела забруднення, його розміри, конструкцію, вік і технологічні особливості; практику техобслуговування та експлуатації джерела; тип і якість сировини, що використовується, тип, конструкцію і вік вживаної системи контролю і т.д. В загальному вигляді навантаження ЗР математично можна виразити через функцію, яка залежить від названих вище параметрів. Проте на практиці визначення величин цих параметрів для кожного конкретного джерела пов'язано з певними труднощами, використання МПІДЗ, очевидно, дозволяє уникнути більшості з них.

В основі МПІДЗ лежить модель, яка використовує як вихідний параметр навантаження ЗР на гідросферу (морське середовище). Її основу складають таблиці із значеннями показників навантаження ЗР для різних типів джерел забруднення, які складені, виходячи із Стандартної класифікації ООН галузей промисловості і послуг. Ця методика включає також таблиці із значеннями коефіцієнтів ефективності очищення для різних її видів. В сукупності з параметром активності джерела таблиці дають повну інформацію, яка необхідна для розрахунку навантаження досліджуваного джерела на навколишнє середовище.

Навантаження стоків ЗР в моделі є функція активності джерела забруднення і величин показника навантаження. Розрахунки навантаження проводилися за формулою:

$$E = k \cdot A \cdot e_j , \qquad (3.1)$$

де E – навантаження j-ї забруднювальної речовини, кількість речовини в одиницю часу (наприклад, кг/рік; кг/д);

A – активність джерела, од/год;

e_j – показник навантаження j-ї забруднювальної речовини, кг/од. вимірювання;

k – коефіцієнти ефективності очищення (безрозмірна величина, рівна одиниці, якщо очищення не проводиться).

Ця модель була використана в роботі для розрахунку навантаження стоків ЗР, які надходять в морське середовище поблизу о. Галіндез та прилеглу акваторію в результаті функціонування УАС. Навантаження в даному випадку залежить безпосередньо від кількості людей, які проживають на станції протягом року, і як одиницю активності можна використовувати одиницю «людина в рік» (люд/рік).

На станції постійно живуть 12-13 чоловік. В літню пору року, в період, рівний приблизно двом місяцям, станцію відвідують туристи. Наприклад, за період літнього сезону 1997-1998 рр. станцію відвідало 44 судна з водотоннажністю від 20 до 4200 т. Загальна чисельність туристів, що відвідали станцію за цей період часу, склала 1500 чоловік.

Для опису, розрахунків і оцінки навантаження, створюваного станцією, вибрано тип джерела забруднення, яке відноситься до виду діяльності «Суспільні, соціальні і персональні служби» № 920 [19]. Відповідні значення показника навантаження відходів з цього джерела представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Річні значення показника навантаження для деяких забруднювальних речовин

Об'єм стоків, $м^3$/люд/рік	ВСК, кг/люд/рік	Завислa речовина кг/люд/рік	Загальний азот кг/люд/рік	Загальний фосфор, кг/люд/рік	Нафта кг/люд/рік
55	18,1	39,2	3,3	0,93	7,3

На основі наведених даних, використовуючи раніше наведену формулу, було розраховано навантаження неочищених комунально-побутових стічних вод УАС. В табл. 3.3 представлені результати розрахунків річного навантаження стоків із станції, які є результатом життєдіяльності її персоналу. Значення показника навантаження взяті з табл. 3.2. Активність джерела бралася рівною 13 люд/рік. Коефіцієнт ефективності очищення взято рівним одиниці.

В таблиці представлені найбільш загальні і характерні показники забруднення. Аналогічним чином можна розрахувати навантаження для більш широкого спектра ЗР, присутніх в побутових стоках, список яких з 23 найменувань хімічних, фізичних і мікробіологічних показників забруднення представлений в МПІДЗ [19].

Таблиця 3.3 – Величини річного навантаження стоків і основних ЗР, створюваного персоналом станції (13 чоловік)

Об'єм стоків, $м^3$/рік	ВСК кг/рік	Завислa речовина, кг/рік	Загальний азот, кг/рік	Загальний фосфор, кг/рік	Нафта, кг/рік
715 (l,96$м^3$/д)	235	510	43	12	95

В табл. 3.2 були представлені розрахункові дані навантаження ЗР на прилеглу до УАС акваторію для випадку, коли на станції знаходиться тільки склад зимівників. Разом з тим, як вже відзначено, в літній період станцію відвідують туристи і, відповідно, кількість людей може різко збільшитися. При розгляді динаміки навантаження в межах акваторії архіпелагу Аргентинських островів, створюваного відвідинами туристами УАС з 16.12.98 р. по 02.03.99 р. кількість одночасно присутніх на станції людей змінювалася від мінімальної кількості – 13 чоловік (обслуговуючий персонал) до 247 чоловік (обслуговуючий персонал разом з туристами).

В середньому за цей період на станції перебувало 38 чоловік. Динаміка відвідин станції туристами за вказаний період представлена на рис. 3.13. Тут же як приклад динаміки навантаження окремих ЗР представлена динаміка $БПК_5$.

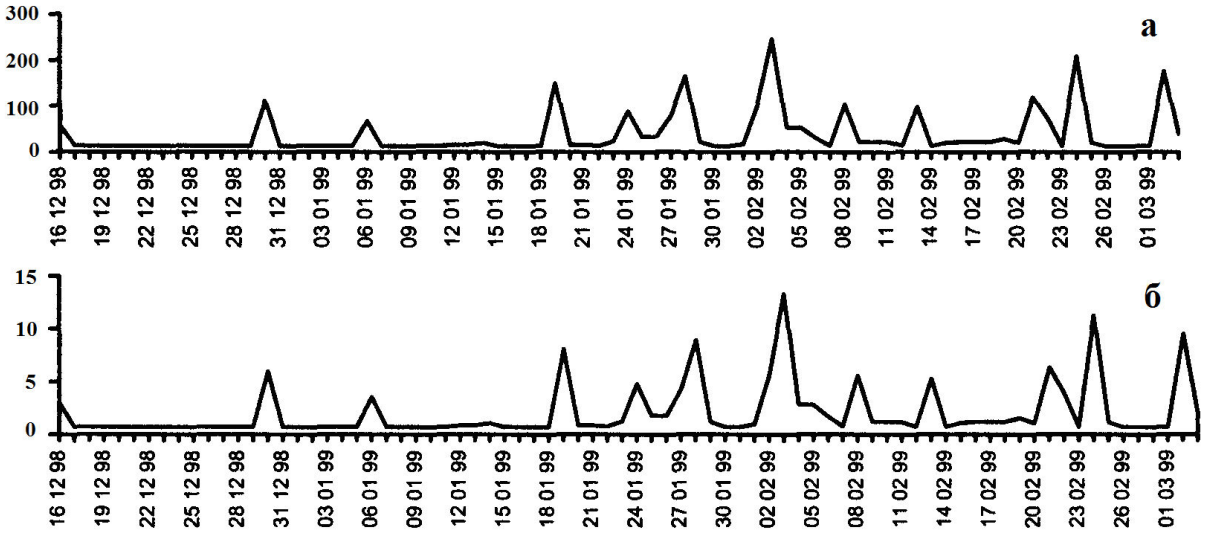


Рисунок 3.13 – Динаміка відвідин станції туристами (а) і динаміка навантаження $БСК_5$ в період з 16.12.98 по 02.03.99 р.

Динаміка навантаження ЗР в літній період, як випливає з представлених даних, максимальна та нестійка. Аналогічним способом розрахована динаміка навантаження інших 23 інгредієнтів забруднення, представлених в МПІДЗ [19]. Порівняльна оцінка середнього розрахункового навантаження ЗР для розширеного комплексу компонентів забруднення в літній період часу (2 міс.) з розрахунковим навантаженням в решту року представлена в табл. 3.4. Для літнього періоду за активність джерела взята величина, яка дорівнює 38 людям (13 людей обслуговуючого персоналу і 25 туристів), в решту року – 13 людей.

Судячи з табличних даних, на морську екосистему шхерного мілководдя островів Аргентинського архіпелагу може впливати достатньо потужне антропогенне навантаження, яке в літній період збільшується приблизно втричі в порівнянні з іншими сезонами.

Таблиця 3.4 – Порівняльна оцінка розрахункових навантажень стоків і ЗР на морське середовище в різні сезони року

Показник	Показник навантаження стоків, г/люд/д*)	Розрахункове навантаження восени, взимку весною, кг/д	Розрахункове навантаження влітку, кг/д
БСК	45-54	0,585-0,702	1,710-2,052
ХПК (біхромат)	від 1,6 до 1,9 х $БСК_5$	0,021-0,025	2,736-3,899
Загальний органічний вуглець	від 0,6 до 1,0 х $БСК_5$	0,008-0,702	1,026-2,052
Загальна кількість твердої речовини	170-220	0,221-2,860	6,460-8,360
Вміст завислих, частинок	70-145	0,910-1,885	2,600-5,510
Дрібні тверді частинки (не-орг., 0.2мм і менше)	5-15	0,065-0,195	0,190-0,570
Жир	10-30	0,130-0,390	0,380-1,140
($CaCO_3$)	20-30	0,260-0,390	0,760-1,140
Хлориди	4-8	0052-0,104	0,152-0,304
Загальний азот(М)	6-12	0,078-0,156	0,228-0,456
Органічний азот	0,4 х загальний N	0,031-0,062	0,091-0,182
Вільний амоній	0,6 х загальний N	0,047-0,094	0,137-0,274
Нітрати	від 0,0 до 0,5 х загальний N	0,000-0,078	0,000-0,228
Загальний фосфор (Р)	0,6-4,5	0,008-0,059	0023-0,171
Органічний фосфор	0,3 х загальний Р	0,002-0,018	0,007-0,051
неорганічний (орто- і поліфосфат)	0,7 х загальний Р	0,006-0,041	0,016-0,120
Калій ($К_2О$)	2-6	0,026-0,078	0,076-0,228
Всього бактерій **)	10^9 - 10^{10}	$13\cdot10^9$-$13\cdot10^{10}$	$38\cdot10^9$-$38\cdot10^{10}$
Колі-Форми	10^6 - 10^9	$13\cdot10^6$-$13\cdot10^9$	$38\cdot10^6$-$38\cdot10^9$
Фекальні стрептококи	10^5- 10^6	$13\cdot10^5$-$13\cdot10^6$	$38\cdot10^5$-$38\cdot10^6$
Сальмонела	10^1 - 10^4	$13\cdot10^1$-$13\cdot10^4$	$38\cdot10^1$-$38\cdot10^4$
Цисти найпростіших	до 10^3	до $13\cdot10^3$	до $38\cdot10^3$
Яйця глистів	до 10^3	до $13\cdot10^3$	до $38\cdot10^3$
Віруси	10^2-10^4	$13\cdot10^2$-$13\cdot10^4$	$38\cdot10^2$-$38\cdot10^4$

*) узято з МПІДЗ [19]

**) мікроорганізми, присутні в стічних водах (на 100 мл стічних вод).

Як відзначено в [4, 8], рівень забруднення стічних вод УАС нестійкий і залежить від характеру робіт, які проводяться на станції. Так, при відносно постійній солоності коливання концентрацій становили: для $БСК_5$ від 5,90 до 8,21 мг/л; вміст фосфатів від 183 до 793 мкг/л; амонійного азоту від 189 до 513 мкг/л. Приблизно ті ж межі величин вмісту досліджуваних інгредієнтів визначені співробітниками УкрНЦЕМ: фосфати – 900; амонійний азот – 398; нітрати – 399 мкг/л. Навантаження в цьому випадку можна розрахувати за формулою:

$$E_1 = V \cdot C \cdot K \,, \qquad (3.2)$$

де E_1 – експериментальне навантаження;

V – об'єм стоків, $м^3/д$;

C – концентрація, г/л;

K – коефіцієнт розбавлення стічних вод морськими (безрозмірна величина).

Результати модельних розрахунків були порівняні з експериментальними даними, визначеними за допомогою хімічного аналізу проб стічної води УАС. Навантаження (експериментальне) було розраховано за формулою (3.2) з урахуванням об'єму стічних вод, рівного згідно [4] від 1,2 до 5 $м^3/д$ [5] і розбавлення стічних вод морської в 20 разів (табл. 3.5). Експериментальне навантаження було розраховано для двох значень величин стоку і представлено в таблиці у вигляді діапазону величин навантажень. Порівняння модельних розрахунків з експериментальними, як випливає з наведеної таблиці, показує їх достатню збіжність практично за всіма наведеними показниками, що свідчить про адекватний опис процесу моделлю. Останнє дозволяє зробити висновок про можливість використання МПІДЗ для оцінки антропогенного навантаження УАС.

Вимірювання, проведені в 1997-1998 рр. на НДС «Ернст Кренкель», показали, що існуюче навантаження стоків на стан якості морського середовища в районі архіпелагу Аргентинських островів вже призвело до деякого (локального) погіршення [2, 18]. Якщо припустити, що кількість туристів збільшиться, наприклад, до 50 чоловік за добу, виникає питання про необхідність введення в експлуатацію на станції очисних споруд. Ефективність того або іншого виду очищення стоків в моделі [19] виражається через коефіцієнт проникнення ЗР в морське середовище після очищення.

В табл. 3.6 представлені значення коефіцієнтів ефективності очищення стічних вод для різних видів. Враховуючи значення коефіцієнтів ефективності очищення на кількість ЗР, що надходить за рік від джерела

забруднення, визначимо навантаження на морське середовище при використовуванні очисних споруд.

В табл. 3.7 наведені результати розрахунків навантаження неочищених стоків господарсько – побутових вод, а також очищених стоків для різних видів очищення у разі збільшення відвідувачів в літній період до 50 чоловік в день.

Результати розрахунків показують, що для збереження навантаження стоків на існуючому рівні при збільшенні кількості людей до 50 чоловік, необхідне використання очисної установки з технологією хімічної коагуляції (щодо біогенного забруднення) та біологічного очищення (для нафти та інших стійких до деградації ЗР).

Детальну оцінку і діагноз існуючого впливу антропогенного навантаження на якість морського середовища в районі островів Аргентинського архіпелагу, з подальшим прогнозом стану якості середовища в межах даної акваторії, можна здійснити за допомогою математичної моделі, яка описує процес розповсюдження неконсервативної домішки від точкових джерел забруднення.

Таку модель необхідно будувати на основі вже проведених досліджень гідрофізичних та морфометрічних особливостей району дослідження. Попередні дослідження вже проведені в літній сезон з 15 по 27 березня 1998 р. за допомогою автономних вимірювачів течій АЦВТ.

Порівняння модельних розрахунків з експериментальними даними показало добру збіжність практично за всіма наведеними показниками, що свідчить про адекватний опис процесу моделлю. Останнє дозволяє зробити висновок про можливість використання методики прискореної інвентаризації джерел забруднення для оцінки антропогенного навантаження УАС.

Розрахунки в цілому підтвердили раніше виконані експериментальні спостереження про локальний вплив функціонування станції на морське середовище міжострівної акваторії. Надані науково обґрунтовані рекомендації щодо використання очисних технологій для очищення стічних вод УАС.

При розвитку туризму, як показали розрахунки, необхідне впровадження різних технологій очищення господарсько-побутових стічних вод. Необхідна також подальша розробка методології і забезпечення регулярної оцінки впливу станції на навколишнє природне середовище. Досвід використання і подальша розробка методів оцінки дії на навколишнє морське середовище (ОДОС) необхідні для забезпечення екологічно безпечної діяльності УАС і України в Антарктиці. Одночасно необхідні розробка і вжиття комплексу заходів, направлених на запобігання впливу станції на природне середовище, пов'язаного, перш за все, з її «фізичним старінням» і розвитком туризму.

Таблиця 3.5 – Результати порівняння модельних розрахунків навантаження стоків з експериментальними даними стоків УАС (в дужках дані концентрації ЗР за наслідками хімічного аналізу)

Навантаження	Стік, м/д	$БСК_5$ г/д	Завислої речовини г/д	Нафта г/добу	Нітрати г/д	Амоній г/д	Фосфат г/д
Розрахунок по моделі (Е)	1,96	585-702	910-1885	260	0-78	47-94	6-41
Експеримент (Е1)	1,2-5,0	197-827 (8,21 мкг/л)*	307-1290 (12,8 мкг/л)*	20,0-84,0 (50 мкг/л)*	9,6-40 (399 мкг/л)	12-51 (513 мкг/л)	19-79 (793 мкг/л)

*) дані з [17].

Таблиця 3.6 – Величини коефіцієнтів ефективності очищення очисних споруд для окремих ЗР [19]

Вид очищення	Навантаження $БСК_5$	Навантаження завислої речовини	Навантаження N	Навантаження P	Навантаження інших речовин	
Неочищені	1	1	1	1	нафта	1
Первинна седиментація	0,67	0,4	0,925	0,90	нафта	0,15
Хімічна коагуляція	0,25	0,15	0,75	0,15	нафта	0,15
Біологічні фільтри високої продуктивності	0,25	0,21			нафта	0,04
Біологічні фільтри низької продуктивності	0,075	0,19			нафта	0,04
Активний / звичайний	0,1	0,12	0,65	0,62	нафта	0,04
Активний / розширена аерація	0,035	0,12	0,77	0,85	нафта	0,04
Біологічне очищення і хімічна коагуляція	0,06	0,13	0,86	0,06	нафта	0,04

Таблиця 3.7 – Результати розрахунків навантаження неочищених і очищених стоків побутових вод для різних видів очищення (у разі збільшення відвідувачів станції до 50 чоловік в день)

Вид очищення	Навантаження $БСК_5$, кг/рік	Навантаження завислої речовини кг/рік	Навантаження N, кг/рік	Навантаження P, кг/рік	Навантаження інших речовин	
1	2	3	4	5	6	7
Неочищені	905	1960	165	46	нафта	365
Первинна седиментація	606	784	152	41	нафта	54
Хімічна коагуляція	226	294	123	6	нафта	54
Біологічні фільтри високої продуктивності	226	411	165	46	нафта	14
Біологічні фільтри низької продуктивності	67	372	165	43	нафта	14
Активний / звичайний	90	235	107	28	нафта	14
Активний / розширена аерація	31	235	127	39	нафта	14
Біологічне очищення і хімічна коагуляція	27	127	70	1	нафта	14

Контрольні запитання:

1 За якими критеріями оцінюються наукові проекти, які мають «право на життя» в Антарктиці?

2 Які наукові дослідження виконуються на антарктичній станції «Академік Вернадський»?

3 Чому найбільш розвиненим напрямком на станції за «українських часів» є дослідження електромагнітного оточення?

4 Які наукові роботи включає програма морських експедиційних досліджень?

5 Чому важливим напрямком досліджень України в Антарктиці є комплексний аналіз антарктичних екосистем, дослідження факторів їх стабільності, а також особливості роботи людини в умовах Антарктики?

6 Вкажіть обмеження щодо діяльності у районі дії Договору про Антарктику?

7 Надайте гідролого-гідрохімічну характеристику шхерного мілководдя в районі Аргентинських островів?

8 Чим зумовлена мінливість температури води і солоності в період проведення зйомок?

9 Що є основним антропогенним джерелом збагачення прибережної зони антарктичної станції «Академік Вернадський» органічними і мінеральними біогенними речовинами?

10 Яким є навантаження неочищених комунально-побутових стічних вод на навколишнє середовище у розрахунку на одну людину?

11 У чому полягає суть «Методики прискореної інвентаризації джерел забруднення навколишнього середовища»?

12 З якими чинниками пов'язана необхідність розробки та виконання комплексу заходів, направлених на запобігання впливу станції на природне середовище?

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

4.1 Процедура оцінки впливу

1. На запропоновану діяльність поширюються встановлені процедури попередньої оцінки впливу цієї діяльності на навколишнє середовище Антарктики або на екосистеми, що залежать від неї або пов'язані з нею, відповідно до того, чи визначається ця діяльність як:

а) має менше, ніж незначний або обмежений за часом вплив;

б) має незначний або обмежений за часом вплив; або

в) має більш ніж незначний або обмежений за часом вплив.

2. Кожна Сторона забезпечує застосування встановлених процедур оцінки впливу в процесі планування, що передує прийняттю рішень щодо будь-якої діяльності в районі дії Договору про Антарктику відповідно до науково-дослідних програм, туризму та усіх інших видів урядової і неурядової діяльності в районі дії Договору про Антарктику, стосовно яких потрібне завчасне повідомлення у відповідності зі Статтею VII (5) Договору про Антарктику, включаючи пов'язану з ними допоміжну логістичну діяльність [25].

3. Процедури оцінки впливу застосовуються до будь-якої зміни діяльності незалежно від того, чи виникає зміна внаслідок збільшення або зменшення інтенсивності існуючої діяльності, додавання виду діяльності, припинення дії засобів обслуговування або в інших випадках.

4. У випадках, коли діяльність планується спільно більш, ніж однією Стороною, Сторони, що беруть участь, призначають одну з них координатором перетворення в життя процедур оцінки впливу на навколишнє середовище.

4.2 Щорічний звіт сторін

1. Кожна Сторона щорічно звітує про кроки, які робляться щодо здійснення даного Протоколу. Такі звіти включають повідомлення, зроблені у відповідності зі Статтею 13 (3), плани дій у надзвичайних ситуаціях, що підготовлені у відповідності зі Статтею 15, і будь-які інші повідомлення й інформацію, необхідні відповідно до даного Протоколу, якщо у відношенні їх не діють інші положення, які стосуються поширення й обміну інформацією.

2. Звіти, складені відповідно до пункту 1, направляються усім Сторонам і Комітету, розглядаються на наступній Консультативній нараді з Договору про Антарктику і робляться загальнодоступними.

4.3 Підписання

Протокол відкритий для підписання у Мадриді 4 жовтня 1991 року і потім у Вашингтоні до 3 жовтня 1992 року будь-якою державою, що є Договірною Стороною Договору про Антарктику.

4.4 Моніторинг

1. Для оцінки та перевірки впливу будь-якої діяльності, яка здійснюється по завершенні Всебічної Оцінки Навколишнього Середовища, повинні бути процедури, які включають відповідний моніторинг ключових параметрів навколишнього середовища.

2. Процедури, згадані в пункті 1 вище і Статті 2, повинні мати за мету забезпечення регулярної реєстрації впливу діяльності, яка піддається перевірці:

а) забезпечити можливість проведення оцінки тих меж, у котрих такий вплив відповідає Протоколу;

б) забезпечити надходження інформації, корисної для зменшення або послаблення впливу, і, де це доцільно, інформації про необхідність призупинення, припинення або зміни діяльності.

На станції можуть одночасно працювати 24 спеціалісти. Кількість зимівників у чотирьох українських антарктичних експедиціях становила від 11 до 14 чоловік. В 1998 р. на станції у час зміни екіпажу та проведення сезонних досліджень (три тижні) перебувало 43 чоловіки.

За час роботи британських дослідників діяльність станції була інспектована у 1964, 1975, 1985 (США), 1987 (Чилі) та 1993 рр. (Великобританія, Італія, Корея). 6 лютого 1996 р. станція під назвою «Академік Вернадський» перейшла під юрисдикцію України згідно міждержавному Меморандуму з Великобританією (20.07.1995 р.). Вперше інспекційна перевірка (Великобританія, Германія) була здійснена 15 січня 1999 р. Інспекційна група відзначила виконання положень Протоколу щодо охорони навколишнього середовища та достатній рівень інформованості в області управління відходами та збереження місцевих флори та фауни. В звіті підкреслено, що станція була передана Україні в доброму стані та добре підтримується українськими полярниками, але в той же час станція «Академік Вернадський» недостатньо забезпечена запасними частинами та складськими приміщеннями, що може призвести до погіршення обслуговування станції у майбутньому. Основні зауваження інспекції:

- не проведена модернізація паливних баків, і це порушує Угоду з Великобританією, оскільки, передаючи станцію Україні, основною умовою вона поставила заміну паливних баків;
- не введена процедура оцінки впливу діяльності на стан

навколишнього середовища згідно Мадридського Протоколу [25].

Основною вимогою комісії було таке: Україна як країна, яка веде діяльність в Антарктиці, повинна обов'язково приєднатися до Мадридського Протоколу з метою набуття Україною Консультативного Статусу.

На початку 2007 року на станції «Академік Вернадський» було встановлено та запущено в експлуатацію новий паливний бак циліндричної форми ємністю 200 м^3. Старі паливні баки (на ~160 м^3 та ~30 м^3) будуть виведені з експлуатації (рис. 4.1).

а) б)

Рисунок 4.1 – Встановлення нового бака для пального (а), переобладнання старого бака (б)

Вже в 1-й і 2-й Українських антарктичних експедиціях, проводились дослідження для оцінки впливу діяльності станції на навколишнє середовище, в основному згідно вимог Протоколу. Були підготовлені та опубліковані в Бюлетені Українського антарктичного центру в двох випусках (хоч і не відправлені у відповідні міжнародні органи GOSEAC, COMNAP та відсутні на станції в документованому вигляді) звіти з утилізації відходів за час експедиції і на судно забезпечення «Ернст Кренкель», а також результати попередньої оцінки впливу станції. Крім того, проведена робота з гідрохімічного, гідробіологічного та біологічного дослідження води, льоду акваторії о. Галіндез. Для визначення моніторингової системи, планування дослідницьких робіт був здійснений опис екосистем басейнів архіпелагу, проведені пошукові підводні занурення.

Україна ратифікувала «Мадридський протокол про охорону навколишнього середовища» 22 лютого 2001 року.

Протоколом передбачено, що діяльність в районі дії Договору про Антарктику повинна плануватись і здійснюватись таким чином, щоб обмежити негативні впливи на навколишнє середовище Антарктики та

екосистем, які залежать від неї та пов'язані з нею, а також, щоб уникнути негативних впливів на характер клімату та погоди, на якість повітря та води, значних змін в атмосферному, наземному, льодовому або морському середовищах, шкідливих змін у розподілі, кількості чи продуктивності видів або популяцій видів фауни і флори, небезпеки для видів або популяцій таких видів.

Вперше в Антарктиці на антарктичній станції «Академік Вернадський» впроваджена технологія з переробки твердих харчових відходів, результати медико-біологічних досліджень українських учених враховані при розробці медичних стандартів і створенні міжнародної системи охорони здоров'я в Антарктиці.

4.5 Відповідні дії у надзвичайних ситуаціях

Усі країни, запроваджуючи наукову діяльність на території дії Договору про Антарктику, згідно статті VII (5), повинні в максимальній мірі вжити всіх можливих попереджувальних заходів, які призвані унеможливити виникнення надзвичайних екологічних ситуацій. Попереджувальні заходи включають в себе:

а) спеціальні конструкції чи обладнання, включені в схему чи конструкцію засобів обслуговування, такі як друга захисна оболонка, регулятори стічних вод чи прилади безпеки задля попередження необачних дій;

б) спеціальні процедури, застосовуванні в експлуатації чи обслуговуванні засобів, такі як процедури по операціях чи інспектуванню складської площі;

в) спеціальне навчання персоналу;

Для того щоб звести до мінімуму шкоду Антарктичному середовищу, усі країни, що займаються науковою діяльністю в Антарктиці, у зв’язку з урядовою діяльністю в районі дії Договору про Антарктику, о котрій потрібно заздалегідь давати повідомлення, згідно статті VII (5) Договору про Антарктику повинні виконати:

а) скласти план дій в надзвичайних ситуаціях задля швидкого реагування на аварії, які можуть призвести до шкідливих наслідків для Антарктичного навколишнього середовища чи залежних від нього екосистем;

б) налагодити співробітництво у галузі формулювання та виконання таких планів дій.

План дій в надзвичайних ситуаціях включає в себе, наскільки це можливо, такі пункти:

а) процедури з виконання оцінки характеру аварії, включаючи об’єми розливів, шляхи міграції та ділянки, чутливі до потенційно шкідливих наслідків аварії;

б) процедурні інформування;

в) визначення та мобілізація ресурсів;

г) навчання;

д) звітування;

е) демобілізація.

Кожна Сторона вимагає від операторів, які здійснюють експедиції в Антарктику, в межах своєї території передбачати кроки вказані вище.

Сторони встановлюють та здійснюють процедури невідкладного інформування та спільного реагування на надзвичайні екологічні ситуації, а також сприяють використанню процедур інформування та спільного реагування операторами, які створили надзвичайну ситуацію.

Контрольні запитання:

1 У чому полягає оцінка впливу діяльності станції на навколишнє середовище Антарктики або на екосистеми, що залежать від неї або пов'язані з нею?

2 Як складається щорічний світ сторін?

3 У чому полягає моніторинг ключових параметрів навколишнього середовища?

4 Які заходи щодо мінімізації впливу на навколишнє середовище були вперше в Антарктиці впроваджені на станції «Академік Вернадський»?

5 Які дії передбачені при надзвичайних екологічних ситуаціях?

5 ЗБЕРІГАННЯ АНТАРКТИЧНОЇ ФЛОРИ І ФАУНИ

5.1 Визначення

З метою даного визначення антарктичної флори і фауни:

а) «місцеві ссавці» означає будь-якого представника будь-яких видів, які належать до класу ссавців, характерних для району дії Договору про Антарктику або зустрічаються там сезонно у результаті природної міграції;

б) «місцеві птахи» означає будь-якого представника будь-яких видів на будь-якій стадії їхнього життєвого циклу (включаючи стадію яєць), які належать до класу птахів, характерних для району дії Договору про Антарктику або зустрічаються там сезонно у результаті природної міграції;

в) «місцеві рослини» означає будь-яку наземну або прісноводну рослинність, включаючи біофіти, лишайники, грибки і водорості, на будь-якій стадії її життєвого циклу (включаючи насіння і спори), характерну для району дії Договору про Антарктику;

г) «місцеві безхребетні» означає будь-яке наземне або прісноводне безхребетне на будь-якій стадії його життєвого циклу, характерне для району дії Договору про Антарктику;

д) «відповідна інстанція» означає будь-яку особу або організацію, яка уповноважена Стороною видавати дозвіл відповідно до даного Додатка;

е) «дозвіл» означає офіційний письмовий дозвіл, виданий відповідною інстанцією;

ж) «вилучити або вилучення» означає вбити, поранити, упіймати, брати в руки або тривожити місцевого ссавця або птаха або перемістити чи завдати шкоди такій кількості місцевих рослин, що суттєво відіб'ється на їхньому поширенні або чисельності;

з) «шкідливе втручання» означає:

I) польоти та посадки вертольотів або інших літальних апаратів, які здійснюються таким чином, що це порушує концентрації птахів та тюленів;

II) використання засобів пересування або суден, включаючи судна на повітряній подушці або маломірні судна, таким чином, що це порушує концентрації птахів та тюленів;

III) використання вибухових речовин або вогнепальної зброї таким чином, що це порушує концентрації птахів та тюленів;

IV) навмисне порушення спокою птахів, що гніздяться або линяють, або концентрацій птахів та тюленів пішою людиною;

V) нанесення значної шкоди концентраціям місцевих наземних рослин шляхом посадки літального апарата, використання засобів пересування або ходьби або іншим способом;

VI) будь-яку діяльність, у результаті якої відбувається значна шкідлива зміна середовищ проживання будь-яких видів або популяцій місцевих ссавців, птахів, рослин або безхребетних;

и) «міжнародна Конвенція по регулюванню китобійного промислу» означає Конвенцію, прийняту у Вашингтоні 2 грудня 1946 року.

5.2 Характеристика біоти та екологічної ситуації

Під час 7-ї УАЕ виконувались біологічні дослідження морських та наземних безхребетних в екосистемі Антарктичного півострова о. Короля Георга на антарктичній станції Арктовський (Польща).

Як показує аналіз доступних літературних джерел, даних про видовий склад, біотопічний розподіл, особливості біології та екології, трофічні зв'язки наземних мікроартропод антарктичних та субантарктичних біоценозів явно недостатньо, а ті, що є, фрагментарні і мають характер випадкових супутніх досліджень.

В той же час давно відома значна роль дрібних наземних членистоногих, в тому числі, певних представників кліщів (Oribatei, Acariformes) а також колембол (Collembola, Entognatha) в процесах ґрунтоутворення. Трофічні зв'язки наземних артропод Антарктики, на перший погляд, прості, але вивчені неповно, тому залишається відкритим питання щодо участі в цих процесах представників вищеназваних груп в умовах Антарктики. Багато питань викликають внутрішньо і міжвидові взаємовідносини цих тварин, наприклад, наявність і характер паразитизму, характер конкурентних відносин, симбіотизму. Декілька видів наземних артропод є біоіндикаторами ступеня забрудненості ґрунтів.

На сьогодні відкритим залишається питання про формування сучасної фауни наземних членистоногих Антарктики в цілому і континенту зокрема (іммігрaція з субантарктичних островів чи виживання ендемічних видів, чи взаємопаралельними шляхами). Безперечно, вивчення видового складу, біолого-екологічних особливостей членистоногих цього регіону дасть нові матеріали до розуміння процесу формування сучасної антарктичної фауни наземних мікроартропод.

Є цікавим аспект швидкості і черговості (у видовому відношенні) заселення мікроартроподами звільнених від льоду ділянок суші (що відбувається в результаті глобальних кліматичних процесів) та їх роль в ґрунтоутворенні на цих ділянках. Вивчення еколого-біологічних аспектів цього процесу, можливо, дасть відповідь на ряд аналогічних питань формування постльодовикової фауни наземних артропод в цілому.

Із зрозумілих причин орніто- і теріофауна Антарктики вивчені набагато повніше, про що, наприклад, свідчать сучасні об′ємисті огляди літератури. Разом з тим залишається актуальним проведення постійних моніторингових досліджень стану і динаміки популяцій антарктичних

видів птахів та звірів.

Завдання дослідження:

1) збір матеріалу з метою вивчення видового складу наземних безхребетних;

2) вивчення біолого-екологічних особливостей мікроартропод (трофічні зв'язки, розвиток біотопічного розподілу);

3) вивчення проявів антропогенного впливу на фауну наземних безхребетних в околицях станції;

4) вивчення впливу УФ-випромінювання на певні життєві процеси наземних артропод;

5) збір дослідного матеріалу для вивчення стабільності геному у певних видів вищих рослин (цибуля-батун – ростки): за завданням кафедри генетики КНУ ім. Тараса Шевченка;

6) моніторинг видового складу орніто- і теріофауни, трофічних зв'язків, міграцій, особливостей біології розмноження, етології (принагідно).

З метою вивчення наземних артропод острова Кінг Джордж в літній сезон 2002 року взято і оброблено 223 проби ґрунтових субстратів в 20-ти пунктах острова, в т.ч., на півострові Келлер, Файлдс та на скелястих нунатаках льодовика Екології. Висоти над рівнем моря, на яких відбиралися проби, від 1 до 320 м .

В околицях станції проби відбирались за трансектами, прокладеними за основними елементами ландшафтного профілю (на мшарнику, моренах, вздовж схилів сопок, звернених до станції), а також в місцях з різним рівнем антропогенного (на різних відстанях від споруд станції, та місць проведення різних господарських робіт) та біогенного впливу (колонії пінгвінів, лежбищ ластоногих – як старих, так і сучасних).

Для вивчення видового складу і кількісних характеристик мікроартропод на звільнених від льодовика територій, на скелястих нунатаках проби брались по трансектах, прокладених на різних відстанях від льодовика. Зразки ґрунтових субстратів для виявлення мікроартропод відбирались буром діаметром 53 мм на глибині від 0 до 10 см. Об'єм проби – 100 $см^3$. Координати місць взяття проби визначалися за допомогою приладів GPS. Доставка зібраного матеріалу до лабораторії проводилася в пластикових ємностях об'ємом 100 $см^3$ з герметичною кришкою.

Лабораторна обробка зібраних проб в умовах станції зводилася до вилучення микроартропод з ґрунтових субстратів в еклекторах, а також методом флотації. Еклекція здійснювалась як без додаткового підігрівання, так і з ним – електричною лампочкою в 60 Вт. Вилучені з проб ґрунту членистоногі фіксувалися в 70 % етиловому спирті з домішкою ацетону. Для вивчення можливих зв'язків членистоногих з певними видами лишайників та рослин їх зразки відбиралися з проб і фіксувалися окремо.

Для виявлення сезонних коливань чисельності видів та їх різноманітності збір проб ґрунтових субстратів в певних місцях робився щомісяця на протягом року.

Відлов птахів з метою виявлення паразитичних Acariformes проводився з допомогою сітчастого сачка і вручну.

Для виявлення можливого впливу УФ – випромінювання на членистоногих (кількість, видовий склад) взято проби біля екранів зі спеціальним покриттям і безпосередньо з-під них.

Збір дослідного матеріалу для вивчення стабільності геному у певних видів вищих рослин (цибуля-батун – ростки) проводився на території станції з допомогою обладнання, наданого кафедрою генетики ГНУ ім. Тараса Шевченка.

Регулярно проводився моніторинг видового складу орнітофауни. В околицях станції та затоки Адміралті відмічено 18 видів птахів, з них постійно гніздовими є 12 видів. Визначення видового складу та аналіз спостережень базувалися на аналізі сучасної літератури. В лютому 2002р. на західному узбережжі затоки Адміралті відмічено одного королівського пінгвіна (Aptenodites pata-gonica). Восени (квітень-травень) 2002 року в околицях станції відмічені чапля єгипетська (Bubulcus ibis) та Larus sp (ідентифікація останнього виду потребує додаткового детального вивчення відеоматеріалу, тому що цей вид помічений вперше на Кінг Джорджі). У вересні 2002 р. на півострові Файлдс (з боку протоки Дрейка) спостерігався імператорський пінгвін (Aptenodites forsteri).

Моніторинг чисельності ластоногих в районі заток Адміралті і Ескура проводився як на берегових маршрутах, так і під час морських рейсів на “Зодіаку” по цих затоках. Спостереження проводили за допомогою 12-кратного бінокля і стереотруби (х18). Визначення видового складу та аналіз спостережень базувалися на аналізі сучасної літератури. За час зимівлі відмічено 5 видів ластоногих: котик південний (Arctocephalus tropicalis gazella), слон морський (Mirounga leonina australis), тюлень Уеддела (Leptonychotes weddelli), тюлень-крабоїд (Lobodon carcinophagus), леопард морський (Hydrurga leptonix). Необхідно відзначити високу чисельність леопарда морського (Hydrurga leptonix). Найбільша чисельність цього виду в затоці Адміралті спостерігалася в вересні 2002 р., в окремі дні нараховувалося 130 особин в полі зору. Тоді ж (третя декада вересня) на льоду затоки Мартель, та частково – Адміралті відмічено 266 особин цієї тварини (усне повідомлення Р. Лясецького – студента біолога, зимівника станції).

Як дослідницька база з річним періодом функціонування станція добре обладнана задля проведення досліджень в галузі іоносферного зондування, метеорологічних та магнітометричних спостережень, вивчення озонового шару.

5.3 Охорона місцевої флори і фауни

1. Вилучення або шкідливе втручання забороняється за винятком випадків, коли на це видається дозвіл.

2. У таких дозволах вказується дозволена діяльність, включаючи відомості про те, коли, де і ким вона повинна здійснюватись, і вони видаються лише за таких обставин:

а) для одержання зразків для наукових досліджень або наукової інформації;

б) для одержання зразків для музеїв, гербаріїв, зоологічних та ботанічних садів або інших освітянських і культурних закладів та цілей;

в) як неминучий наслідок наукової діяльності, який не може бути дозволений відповідно до підпунктів (а) або (б), або будівництва і діяльності науково-допоміжних засобів обслуговування.

3. Видача таких дозволів обмежується для забезпечення того, щоб:

а) кількість місцевих ссавців, птахів або рослин, що вилучаються, не перевищувала кількості, цілком необхідної для виконання задач, зазначених у пункті 2 вище;

б) убивалася тільки невеличка кількість місцевих ссавців або птахів, і щоб ні в якому разі кількість ссавців або птахів із місцевих популяцій, яка убивається, не перевищувала кількості, що у сполученні з іншими дозволеними вилученнями може бути нормально відновленою шляхом природного відтворення протягом наступного сезону;

в) зберегти розмаїтість видів, а також середовище проживання, необхідне для їхнього існування, і рівновагу екологічних систем, що існують у районі дії Договору про Антарктику.

4. Будь-які види місцевих ссавців, птахів і рослин, які перелічуються в Доповненні А до цього Додатку, оголошуються "видами, що Особливо оберігаються" і користуються особливою охороною Сторін.

5. Дозвіл на вилучення видів, що Особливо оберігаються, не видається, за винятком тих випадків, коли вилучення:

а) необхідно для наукових цілей;

б) не спричиняє небезпеки для виживання або відновлення цих видів або місцевої популяції;

в) провадиться з використанням, де це доцільно, методів, які не призводять до смертельного результату.

6. Будь-яке вилучення місцевих ссавців та птахів здійснюється таким чином, щоб це завдавало якомога менше болю і страждань.

З метою оцінки еколого-геохімічного складу о. Галіндез та прилеглих островів станції «Академік Вернадський» проведено аналіз масиву зразків рослинного та тваринного походження. Одержані спектри рентгенівського випромінювання показали наявність таких елементів: Mn, Fe, Ni, Cu, Zn,

Se, Br, Rb, Sr, Pb. До елементів-індикаторів при фізико-хімічному моніторингу належать елементи-токсиканти Cu, Pb, Zn.

За час 6-ї та 7-ї УАЕ були відібрані характерні зразки рослинного та тваринного походження для проведення еколого-геохімічного дослідження на вміст в них елементів-забруднювачів. З відібраних зразків підготовлені проби для подальшої обробки (зоління) з метою концентрування елементів-забруднювачів. Відібрані зразки через мінеральну запиленість та складову неоднорідність можуть розглядатися як система, що включає в себе біогенну та мінеральну компоненти. Для визначення аналізу хімічного складу зрізків проведено озолення при температурі 200,0°С з подальшою гомогенізацією (перетиранням). При озоленні проб за таких умов відбувається втрата частини летючих елементів (Ma, V, Ag, U, Zn, B, Au, As, Sb, Bi, Se, Te, Pb, Cd, Tl, Hg), яка має найбільше значення (від 50 до 90 %) в подрібнених пробах гілок, коренів, кори для Cd, Pb, Tl, Zn, B, As і Bi. Однак це не стає на перешкоді виділенню біохімічних аномалій завдяки сталості відносного значення таких втрат у всіх пробах. При використанні в якості індикаторів легколетючих елементів, озолення зразків рослин потрібно проводити при температурі 400,0-500,0°С. Виконання процедури обробки (зоління) зразків спонукало до необхідності з'ясування діапазону температур для кожного виду зразка [11]. Зразки було поділено на три основні типи: моховики, лишайники, пір'я пінгвінів. Мета досліджень: з'ясування діапазону температур зоління, при яких концентрація досліджуваних хімічних елементів в пробі, з урахуванням коефіцієнта зоління, залишається незмінною, діапазон температур, за якого відбувається швидке вигоряння елемента. Точка між цими зонами відповідає стану максимального концентрування елемента в пробі. Коефіцієнт зоління – відношення ваги зразка після зоління до ваги зразка перед золінням

$$K_з = M_{після\ з.} / M_{до\ з.}\ , \qquad (5.1)$$

де: $K_з$ – коефіцієнт зоління;

$M_{після\ з}$ – вага зразка після зоління;

$M_{до\ з.}$ – ваги зразка перед золінням.

Для обробки була використана лабораторна піч (температура 100,0-1100,0°С) та сушарка. Алгоритм досліджень включив такі етапи:

1. зважування проб;
2. попереднє озолення при температурі 200,0°С та подальша гомогенізація (механічне перетирання);
3. зважування проби;
4. визначення хімічного складу за допомогою РФА;
5. наступні етапи зоління (300,0; 400,0; 500,0 та більше °С);
6. зважування проб після кожного етапу зоління;
7. визначення хімічного складу за допомогою РФА.

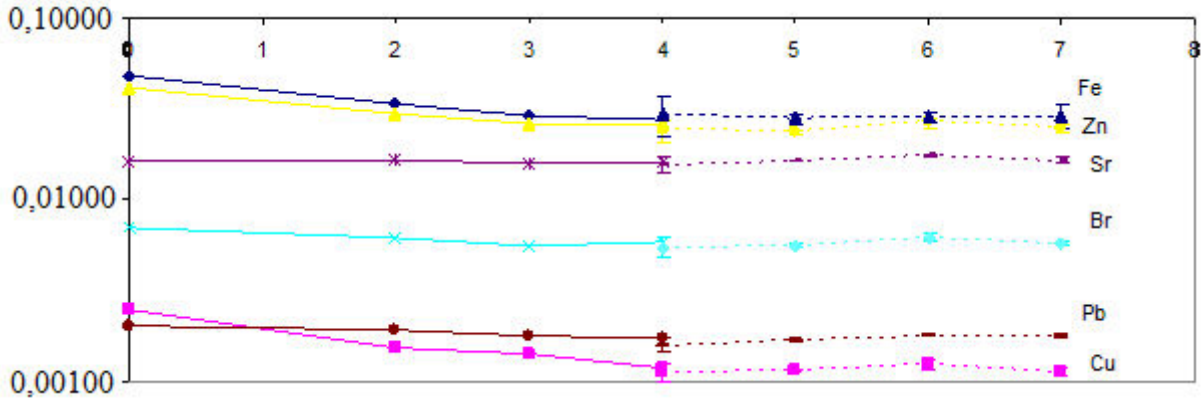


Рисунок 5.2 – Результати дослідження режимів максимального концентрування елементів у пробі 6 (мох) при озоленні

Результати представлено на рис. 5.2; 5.3. Координата абсцис відповідає таким значенням: 0 – попередній етап зоління при температурі 200,0°С; 2 – зоління при 300,0°С, тривалістю 1 година; 3 – зоління при 300,0°С, тривалістю 2 години; 4 – озолення при 300,0°С, тривалістю 3 години; 5 – озолення при 400,0°С, тривалістю 1 година; 6 – озолення при 400,0°С, тривалістю 2 години; 7 – озолення при 400,0°С, тривалістю 3 години. На основі експериментальних даних для подальшого визначення вмісту елементів – забруднювачів було встановлено температуру, при якій спостерігається сталість вмісту елементів, рівну 400,0°С. Експеримент з дослідження режимів максимального концентрування елементів у пробі надалі буде продовжено [11].

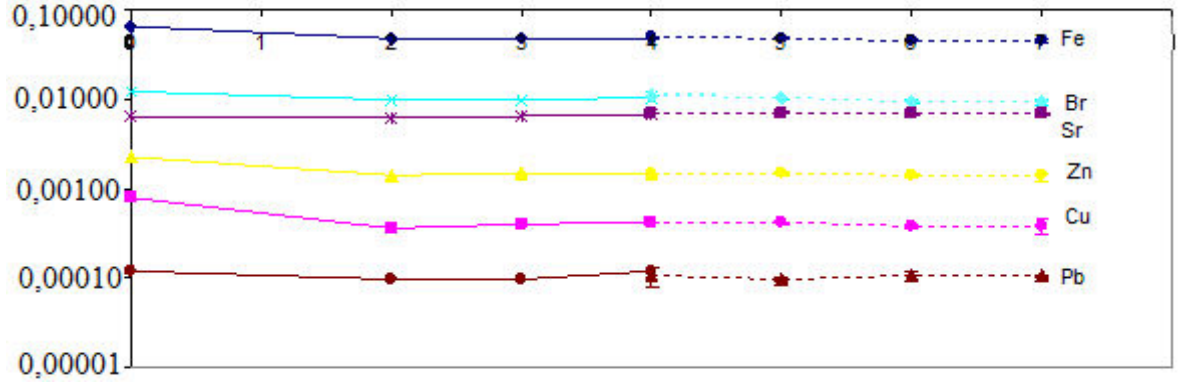


Рисунок 5.3 – Результати дослідження режимів максимального концентрування елементів у пробі 6 (мох) при золінні

Таблиця 5.1 – Результати аналізу проб на вміст Cu, Pb, Zn

Тип зразка	Місцезнаходження	Концентрації, ppm (г/т)		
		Cu	Zn	Pb
Водорість	о.Бархан	3,1	35	0,0
Гніздівля чайки (ґрунт)	о. Гротто	410,5	50	7,95
Гуано пінгвінів	о. Пітерман	386,0	812	20
Зелений мох	о. Ялур (яшмовий)	49,0	88	2,8
Зелений мох	Де Марія	7,2	46	0,3
Лишайник	о. Галіндез	11,0	17	0,11
Лишайник	о. Галіндез	1,8	10	0,6
Лишайник	о. Галіндез	10,14	92,23	0,88
Лишайник	о. Галіндез	10,9	22,5	0,75
Лишайник	о. Галіндез	7,2	45	1,3
Лишайник	о. Галіндез	17,0	33	1,90
Лишайник	о. Галіндез	4,4	47	0,36
Лишайник	о. Галіндез	1,5	36	0,17
Лишайник	о. Галіндез	3,9	27,7	5,3
Мох	о. Галіндез	6,5	67	0,8
Мох	о. Галіндез	68,8	295	82
Мох	о. Галіндез	66,4	105	25,8
Мох	о. Галіндез	63,6	225	25,1
Мох	о. Галіндез	5,3	21	1,09
Мох	о. Галіндез	6,6	39	1,00
Мох	о. Галіндез	14,0	58	22,05
Мох	о. Ялур (дал.)	295,3	65	3,96
Мох	о. Ялур	8,5	32	0,4
Мох	о. Ялур (ближ.)	34,5	75	2,05
Мох	Расмунсен	33,1	31	4,74
Мох	о. Галіндез	11,2	19	8,43
Мох	о.Бархан	6,7	22	1,29
Мох	о. Уругвай	41,2	76	1,50
Мох	о. Ялур (дал.)	35,2	75	2,12
Мох	о. Ялур	23,4	57	1,19
Мох	о. Галіндез	440,0	1321	189
Мох	о. Пітерман	37,4	80	0,83
Мох	Де Марія	49,1	102	4,78
Мох	о. Уругвай	8,6	40	0,99
Мох	о. Галіндез	23,8	193	15,58
Мох	о. Галіндез	21,5	41	1,5
Мох	о. Галіндез	14,5	58	2,11

Продовження таблиці 5.1

Мох	о. Галіндез	244,1	749	37,08
Мох (з торфом)	о. Фанфар	627,0	51	11,0
Пір´я пінгвінів	о. Галіндез	24,3	85	8,0
Пір´я пінгвінів	о. Пітерман	78,0	225	2,8
Шкаралупа яєць пінгвінів	о. Галіндез	21,0	19	1,0
Торф (верхній шар)	о.Галіндез	54,3	198	1,67
Торф (нижній шар)	о.Галіндез	59,7	179	3,0
Трава	о. Ялур (яшмовий)	385,0	440	11,0

Проведений експеримент максимального концентрування елементів-забруднювачів відібраних зразків надав змогу з'ясувати температурний режим озолення зразків. Ці дослідження мають важливе значення для подальшої розробки методики еколого-геохімічного моніторингу як етап підготовки проб. Проведено обробку і дослідження усього масиву еколого-біологічних зразків, відібраних за час 6-ї та 7-ї УАЕ [11].

Строкатість одержаних результатів свідчить про природний розкид концентрацій елементів, прямі визначення концентрації хімічних елементів-забруднювачів (Cu, Zn, Pb) не дають змогу коректно оцінити екологічну обстановку регіону, бо до уваги не береться мінеральних склад речовини зразків та фонові (природні) концентрації хімічних елементів, що входять до його складу. Також для задачі моніторингу може існувати потреба в поділі еколого-біологічних зразків на два класи: зразки з "характерних" точок, де техногенні наслідки діяльності людини мають аномальні відхилення (місця забруднень), та зразки з "чистих" районів. Це дасть змогу порівнювати одержані результати при геохімічному аналізі в межах цих класів і робити висновки щодо тенденції змін екологічного становища в даних точках.

Контрольні запитання:

1 Дайте визначення терміна «Шкідливе втручання».

2 Охарактеризуйте біоту та екологічну ситуацію в Антарктиці.

3 В чому полягає процедура охорони місцевої флори і фауни?

4 Дайте визначення коефіцієнта зоління.

5 При якій температурі зоління спостерігається сталість вмісту елементів-забруднювачів?

6 ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ВПЛИВУ

Серед факторів антропогенного впливу станції «Академік Вернадський» на навколишнє середовище Антарктики найбільш визначальними є наукова діяльність і життєзабезпечення станції, які потребують автономного комунального обслуговування, а також їх модернізація, ремонт, можлива консервація, будівельні роботи, здійснення транспортних операцій [3].

За класифікацією GOSEAC (Робоча група з оцінки техногенного впливу та захисту природного середовища Антарктики, що підпорядкована SCAR - Міжнародному комітету з досліджень в Антарктиці) станцію «Академік Вернадський» можна віднести до особливо діючих на навколишнє середовище з таких причин [26, 27]:

- розташування в морській шельфовій зоні;
- довгий строк експлуатації;
- функціонування впродовж року;
- відсутність системи очистки стічних вод;
- наявність викидів в атмосферу.

Тому постійний екологічний контроль, моніторингові дослідження по різних напрямах в регіоні розташування станції є особливості важливими.

До стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря відносяться дизель-генератори, котельні установки та кухонна газова піч. Середньодобові витрати дизельного пального складають близько 350 літрів. Гази викидаються в атмосферу без очистки.

На станції експлуатуються 10 одиниць моторних транспортних засобів, у тому числі, п’ять склопластикових човнів, один надувний човен та чотири снігоходи. Загальна кількість встановлених бензинових двигунів – 17, використовується етилований бензин АИ-93. За сезон спалюється близько однієї тони бензину. Контроль концентрації токсичних речовин у вихлопних газах не проводиться. Отже найбільш сильний негативний вплив чинить матеріально-технічне забезпечення та відходи життєдіяльності станції.

6.1 Вилучення або шкідливе втручання, коли на це видається дозвіл

1. Вилучення або шкідливе втручання забороняється за винятком випадків, коли на це видається дозвіл.

2. У таких дозволах вказується дозволена діяльність, включаючи відомості про те, коли, де і ким вона повинна здійснюватись, і вони видаються лише за таких обставин:

а) для одержання зразків для наукових досліджень або наукової інформації;

б) для одержання зразків для музеїв, гербаріїв, зоологічних та ботанічних садів або інших освітянських і культурних закладів та цілей;

в) як неминучий наслідок наукової діяльності, який не може бути дозволений відповідно до підпунктів (а) або (б), або будівництва і діяльності науково-допоміжних засобів обслуговування.

Логістична діяльність України в Антарктиці – це, перш за все, забезпечення всім необхідним станції «Академік Вернадський», а підтримання життєдіяльності станції завдає найсильнішого удару по екології Антарктики.

Протягом двох років забезпечення здійснювалось за допомогою НДС «Ернст Кренкель». На цьому судні відправлялись в експедицію наші вчені, спеціалісти, а також завозились в Антарктику паливно-мастильні матеріали, обладнання, запчастини, будівельні матеріали, продукти харчування тощо. Інших джерел постачання станції немає. Альтернативні джерела енергії (вітрова, сонячна) на станції не впроваджувались. З місцевих природних ресурсів для забезпечення функціонування станції використовуються морська та тала вода, а при будівництві може використовуватись гравій.

Енергозабезпечення. Забезпечення станції електроенергією здійснюється трьома дизельними генераторами (Volvo Penta D 100 B з потужністю 100 кВт кожен). Генератори встановлені на бетонних фундаментах в окремому приміщенні [10].

Для збирання паливно-мастильних матеріалів у випадку їх витоку або аварійного пролиття дизель-генератори облаштовані піддонами, по внутрішньому периметру приміщення зроблено огорожу і лотік. Щорічно на станцію поставляється близько 150 т дизельного палива, яке зберігається у двох паливних танках ємністю 145 і 33 тис. літрів. Обидва танки мають вкладиші: в одному - стальний, в другому – неопреновий.

За умовою Меморандуму з Великою Британією великий танк, котрий збудовано в 1978 р., необхідно було замінити новим ще в сезон 1998/99 рр. Це не було зроблено своєчасно через фінансові труднощі. Однак ремонт танків постійно здійснюється, і українські зимівники особливо уважно стежать, щоб виключити навіть мінімальне пролиття палива. Зрозуміло, що подальша експлуатація танків пов'язана з підвищеним екологічним ризиком.

Перекачування палива з судна за допомогою гнучкого трубопроводу кожного разу виконується особливо уважно і ретельно (у березні 1992 р. через розрив живильного гумового трубопроводу на британський станції «Фарадей» сталася аварія – вилилося близько 2,5 тис. літрів палива; наступного разу, в тому ж місяці, внаслідок переповнення танка вилилося 1,5 тис. літрів).

Забезпечення станції гарячою водою для опалення, санітарних та інших потреб здійснюється за допомогою двох водогрійних котлів і

бойлерної установки (Trianko Tro). Для камбузної печі використовується авіаційний гас транспортних засобів.

Таким чином, основними факторами впливу на навколишнє середовище є викиди від дизель-генераторів та транспортних засобів в атмосферне повітря, які не контролюються і потребують обов'язкової очистки, та можливий витік або аварійне пролиття нафтопродуктів з паливних танків, морських суден (в тому числі туристичних яхт), при перевантаженні палива з суден у паливні танки станції, також при експлуатації дизель-електрогенераторних установок та маломірних моторних плавзасобів, снігоходів тощо.

Основними засобами безпеки є запобіжні заходи, постійний контроль та відповідні дії на випадок екстремальних ситуацій, пов'язаних з аваріями і звичайним проливам палива.

Для забезпечення господарсько-побутових і технічних потреб станції використовується морська вода. Питну воду одержують опрісненням морської (опріснювальна установка мембранного типу Reverse Osmosis Plant, продуктивність якої в зимовий період близько 1тис. літрів на добу), розтопленням снігу та забором прісної води із озера, розташованого поряд зі станцією. Контроль якості питної води, за винятком автоматичного визначення загального вмісту солей, не проводиться.

Побутові стічні води від головного корпусу (близько 5 $м^3$ на добу) та сауни не очищаються. Скидання забруднених вод, у тому числі фекальних, здійснюється на літоральну частину берега на відстані всього лише близько 70 м від місця водозабору.

Як показали дослідження, вплив діяльності станції в районі її розташування на морське середовище визначається:

- скидом стічних вод;
- змивом залишків нафтопродуктів з місця пролиття дизельного палива (березень 1992 р.);
- змивом розчинних компонентів твердих залишків хімічного процесу отримання водню для аерологічних досліджень;
- скидом харчових відходів;
- дією транспортних засобів, а також можливим аварійним проливам нафтопродуктів з морських суден, у тому числі яхт, та під час перевантаження палива.

Проведене під час 1-ї та 2-ї Українських антарктичних експедицій вивчення гідрохімічних характеристик (pH, вміст розчиненого кисню, азотних сполук, фосфатів, завислої речовини, синтетичних поверхнево-активних речовин, нафтопродуктів, важких металів та ін.), забруднення морських вод та донних відкладів в місцях екологічного ризику показали, що рівень забрудненості морської води залежить від місця відбору проб та характеру робіт, що ведуться на станції в той чи інший період.

Особлива увага була приділена стічним водам. З'ясувалось, що за

солоністю та концентрацією розчиненого кисню вони близькі до морської води. Не дивлячись на чимале розбавлення, відрізняються вони значним вмістом сполук азоту у відновній формі та вмістом синтетичних поверхнево-активних речовин. Біологічне споживання кисню ($БСК_5$) на порядок перевищує його значення для морської води і відбивається на її якості. Значущим джерелом забруднення морської води поблизу станції (мис Марина) були залишки нафтопродуктів, що потрапили на скельну поверхню внаслідок аварійного пролиття (1992 р.).

Забруднені нафтопродуктами сніг та стоки постійно збираються персоналом станції в тару з-під нафтопродуктів і вивозяться із зони дії Антарктичного Договору на судні. Враховуючи той факт, що в акваторії станції відсутні глибинні течії, а інтенсивність поверхневих вітрових і припливно-відпливних течій незначна, що швидкість біо- і хемотрансформації, а отже, і процесів самоочищення води надто занижені, можна припустити уповільнення міграції забруднювальних речовин та їх акумуляцію і депонування.

Названі фактори зумовлюють високу чутливість морської екосистеми акваторії до темпів техногенного забруднення і повинні враховуватись при плануванні заходів щодо зменшення впливу діяльності станції на природне середовище і свідчать про необхідність очищення стічних вод і суворий контроль за поводженням з нафтопродуктами та скидами.

Вплив наукової діяльності зводиться до відбору проб води, льоду, зразків тваринного чи рослинного світу, в результаті провадження наукової діяльності з’являються шкідливі для Антарктичного середовища речовини (фотореактиви, залишки аерологічних досліджень та інші токсичні відходи наукової діяльності), які, хоча і в малій кількості скидаються в море разом зі стічними водами.

Також побічний негативний ефект мають метеорологічні спостереження, адже задля їх здійснення потрібно будувати метеорологічні майданчики, а це пов’язано з екологічним ризиком.

6.2 Видалення і управління ліквідацією відходів

6.2.1 Управління ліквідацією відходів

Кожна Сторона, яка займається науковою діяльністю в районі дії Договору про Антарктику, відповідно до науково-дослідних програм, туризму та всіх інших видів урядової і неурядової діяльності в районі дії Договору про Антарктику, у відношенні яких потрібно завчасне повідомлення у відповідності зі Статтею VII (5) Договору про Антарктику, включаючи пов'язану з ними допоміжну логістичну діяльність, повинна дотримуватись правил управління ліквідацією відходів.

Обсяг відходів, які виробляються або вилучаються в районі дії Договору про Антарктику, повинен скорочуватись наскільки можливо з метою зменшення впливу на навколишнє середовище Антарктики і втручання в її природне середовище, яке є цінністю, у наукові дослідження й інші види використання Антарктики, що здійснюються відповідно до Договору про Антарктику [25].

Збереження, вилучення і вивезення відходів із району дії Договору про Антарктику, а також їхня переробка і скорочення їхніх джерел, мають бути одним з основних чинників, що беруться до уваги при плануванні та здійсненні діяльності в районі дії Договору про Антарктику.

Відходи, які вивозяться з району дії Договору про Антарктику, у максимально можливому ступені повинні повертатися в країну, яка організувала діяльність, що спричинила ці відходи, або в будь-яку іншу країну, де були досягнуті домовленості про вилучення таких відходів згідно до відповідних міжнародних угод.

Старі і діючі майданчики для вилучення відходів на суші, а також залишені робітничі майданчики, де здійснювалася антарктична діяльність, розчищаються виробником таких відходів і користувачем таких майданчиків. Це зобов'язання не повинно тлумачитись як таке, що потребує:

а) знищення будь-якої споруди, визначеної як історичне місце або пам'ятник; або

б) знищення будь-якої споруди або відходів матеріалів у тих випадках, коли знищення будь-яким наявним засобом може призвести до більш шкідливих впливів на навколишнє середовище, ніж зберігання цієї споруди або відходів матеріалів на їхньому старому місці.

6.2.2 Видалення відходів шляхом вивезення

Відходи, що перелічуються нижче, зроблені після вступу в силу дійсного Додатка, вивозяться з району дії Договору про Антарктику виробником таких відходів [25]:

а) радіоактивні речовини;

б) електричні батареї;

в) паливо, як рідке, так і тверде;

г) відходи, що містять небезпечні кількості важких металів або гостротоксичних, або шкідливих стійких сполук;

д) полівінілхлорид (ПВХ), пінополіуретан, пінополістирол, гума та мастила, просочена деревина й інші продукти, що містять добавки, які можуть призвести до шкідливих викидів у випадку їхнього спалювання;

е) всі інші пластмасові відходи, за винятком поліетиленових контейнерів із низькою щільністю (наприклад, мішки для збереження

відходів) за умови, що такі контейнери будуть спалюватися у відповідності зі Статтею 3 (1);

ж) бочки від пального;

з) інші тверді відходи, що не спалюються; за умови, що зобов'язання щодо вивозу бочок і твердих відходів, що не спалюються, які містяться в підпунктах ж) і з), не застосовуються до ситуацій, коли вивіз таких відходів будь-яким можливим засобом призведе до більш шкідливих впливів на навколишнє середовище, ніж зберігання їх на старому місці.

Рідкі відходи, а також стічні води і рідкі побутові відходи в максимально можливому ступені вивозяться з району дії Договору про Антарктику виробником таких відходів.

Такі відходи, як: залишки скелетів завезених тварин, різні не характерні для Антарктики мікроорганізми, завезені пташині продукти повинні спалюватись чи проходити стерилізацію.

6.2.3 Видалення відходів шляхом спалювання

Горючі відходи, крім згаданих у Статті 2 (1), не вивезені з району дії Договору про Антарктику, спалюються в сміттєспалювачах, які у максимально можливому ступені знижують шкідливі викиди.

Необхідно враховувати будь-які стандарти на викиди і посібник з устаткування, що можуть бути рекомендовані, науковим комітетом щодо антарктичних досліджень. Тверді продукти, що залишилися після спалювання, повинні вивозитися з району дії Договору про Антарктику.

У тих випадках, коли відходи необхідно знищувати шляхом відкритого спалювання, варто враховувати напрямок і швидкість вітру і тип відходів, які спалюються, для того, щоб обмежити осадження твердих частинок і запобігти такому осадженню в районах особливого біологічного, наукового, історичного, естетичного значення або таких, що мають значення через первісність природи, включаючи, зокрема, райони, які необхідно охороняти відповідно до Договору про Антарктику.

6.2.4 Видалення відходів на суші

Відходи, які не були вивезені або знищені, не повинні знищуватися на ділянках, вільних від льоду, або скидатися в прісноводні системи.

Стічні води, рідкі побутові відходи й інші рідкі відходи, які не були вивезені з району дії Договору про Антарктику, у максимально можливому ступені не повинні знищуватися на морському льоді, шельфових льодовиках або берегових льодовикових покривах при тому розумінні, що такі відходи, вироблені на станціях, розташованих у глибині шельфових льодовиків або на берегових льодовикових покривах, можуть бути видалені в глибокі льодовикові шахти, де таке видалення є єдино

можливим. Такі шахти не повинні розташовуватися на відомих шляхах прямування льодовикових потоків, що завершуються в районах, вільних від льоду, або в районах, де є велика небезпека зсувів.

Відходи, що вироблені в районах розташування пересувних таборів, у максимально можливому ступені вивозяться виробником таких відходів на допоміжні станції або судна з метою знищення відповідно до Договору про Антарктику [25].

6.3 Вплив туристичної діяльності

Вплив туристичної діяльності на природне середовище Антарктики має багатофакторний характер, пов'язаний з проведенням транспортних операцій (забруднення води, викиди в атмосферу, шум, вплив на рівні організмів та популяцій), пішохідних маршрутів, підводних занурювань. Особливого розвитку досяг морський (туристичні судна, яхти) та наземний туризм. Так, в сезон 1998/99 рр. загальна кількість туристів в рамках приватних експедицій склала 10 026 чоловік. Це пасажири комерційних суден (9857), зафрахтованих яхт (90), наземні туристи (79).

Станцію «Академік Вернадський», розташовану в зоні найбільш активного морського туризму, в 1997-1998 рр., як було зазначено вище, відвідало 44 судна з водомісткістю від 20 до 4200 т (тільки одне з них не мало двигуна). Кількість туристів на станції в 1998/99 рр. становила близько 1,5 тисяч. Вони знайомились зі станцією, відвідували історичну пам'ятку – британську станцію Wordy House (1947 р.) на о. Вінтер, що знаходиться під наглядом українських полярників.

Широкомасштабний туризм може мати серйозні екологічні наслідки, тому, враховуючи кумулятивність впливу туризму на навколишнє середовище, потрібно ввести розумно обґрунтовані обмеження для відвідування станції, дозвіл на яке надається зараз начальником станції і не регламентується інструктивними матеріалами Українського антарктичного центру.

До цього часу Україна не має також ніякого нормативного документу по здійсненню і розвитку туризму в Антарктиці, відсутні зв'язки з МААТО (Міжнародна асоціація антарктичних туристичних операторів). Між тим МААТО підтримує антарктичну науку, надаючи фінансову поміч та допомогу багатьом станціям (за заявками) в транспортуванні наукового і технічного персоналу, матеріалів і знаряддя, видає щорічні інструкції, в тому числі з аналізом екологічних проблем.

Беручи до уваги, що знайомство зі станцією «Академік Вернадський» дозволяє не тільки пропагувати ідеї захисту навколишнього середовища Антарктики, а й одночасно знайомити з нашою державою, необхідна цілеспрямована організація прийому відвідувачів з обов'язковим інструктажем щодо поводження на станції і острові, врученням рекламної

візитки станції з висвітленням діяльності України в Антарктиці. Крім того туристи повинні мати змогу одержати за невелику платню поштові відправлення і сувеніри.

В природоохоронному аспекті необхідно налагодити ретельний облік туристичних суден, яхт, відвідувачів, постійно проводити оцінку впливу туристичного фактора на забрудненість води, повітря, на місцеву флору і фауну.

Контрольні запитання:

1 Чому станція «Академік Вернадський» за класифікацією GOSEAC може бути віднесена до особливо діючих на навколишнє середовище?

2 У якому випадку дозволяється вилучення або шкідливе втручання?

3 У чому полягає методика управління ліквідацією відходів?

4 В яких випадках передбачається видалення відходів шляхом вивезення?

5 В яких випадках передбачається видалення відходів шляхом спалювання?

6 Як проводиться видалення відходів на суші?

7 Охарактеризуйте вплив туристичної діяльності на природне середовище Антарктики.

ЧАСТИНА 2

ДЕЯКІ ПИТАННЯ БІОКЛІМАТОЛОГІЇ ЛЮДИНИ

Клімат неможливо розглядати лише як частину природного середовища. Його вплив на різні сфери життєдіяльності людини, її здоров'я і життя примушують вважати клімат компонентом економічної, біологічної та соціальної підсистем, що особливо яскраво виявляється через зміни клімату, врахування яких необхідно при оцінці адаптації людини до нових кліматичних умов. Тому клімат є однією зі складових природних багатств тої або іншої країни. Він деякою мірою визначає темпи економічного та культурного розвитку народів. А кліматологічні дослідження дозволяють оцінити цей природний чинник.

Людина протягом всього свого життя взаємодіє з природним середовищем. Можна сказати, що біологічною основою всієї діяльності людини є її здоров'я. Збереження здоров'я можливе лише при оптимальних взаємовідносинах організму із зовнішнім середовищем, а його повноцінне відновлення при захворюванні – лише за умови застосування фізичних природних чинників. Серед них важливе місце належить погодним і кліматичним факторам. Вони відіграють велику роль у зміцненні здоров'я людей, у профілактиці, лікуванні і реабілітації.

Таким чином, необхідність збереження здоров'я і розвитку людської популяції вимагає більш широкого і науково обґрунтованого використання рекреаційних властивостей кліматичних факторів. Саме це, перш за все, зумовило актуальність медичної кліматології взагалі.

Результати досліджень в області медичної кліматології можуть бути широко використані і у галузі екологічного та кліматичного туризму, який став активно розвиватись і нашій державі**.**

1 Біокліматологія людини як наука

1.1 Основні розділи та зв'язок з іншими науками

Біокліматологія виникла на стику наук: геофізики, фізики атмосфери (метеорології), кліматології, географії та біології (медицини). Вона є розділом біології і прикладної кліматології. Іноді термін «біокліматологія» трактується більш широко і використовується як синонім терміна «біометеорологія» (наука про взаємозв'язки між фізичними і хімічними процесами в атмосферному середовищі і реакцією на них людини, тварин і рослин). Якщо ж ці процеси і реакції вивчають по відношенню лише до людини, то мова йде про складову частину науки (розділ) – біометеорологію або біокліматологію людини. Предметом її є вивчення

прямого і непрямого впливу клімату і кліматоутворювальних факторів на здоров'я людини.

У цьому посібнику розглянемо лише деякі аспекти біокліматології людини (медичної кліматології). Отже, біокліматологія людини – це прикладна наука, яка вивчає вплив на організм людини окремих погодних, кліматичних і геофізичних факторів, а також їхніх комплексів, адаптацію організму людини до цих впливів (акліматизацію) і використання названих впливів з лікувально-профілактичною метою. Тому вона застосовує з одного боку методи фізики атмосфери і кліматології, а з іншого – різні клініко-фізіологічні методи, які використовуються у біології взагалі і у медицині зокрема.

Медична кліматологія складається з таких розділів: кліматофізіологія, кліматопатологія, кліматотерапія, кліматопрофілактика.

Кліматофізіологія вивчає вплив на організм людини кліматичних і погодних факторів у різних географічних умовах, а також змін, які відбуваються при переїзді з одного кліматичного району в інший (акліматизація) і змін, пов'язаних з впливом сезонів та інших біоритмів, тобто пізнає процеси формування реакцій у відповідь на вплив природних факторів.

Кліматопатологія вивчає розвиток різних *патологічних* реакцій організму на зміни кліматичних факторів з метою розробки методів профілактики цих реакцій.

Патологічні реакції у людини можливі внаслідок різкої зміни клімату або у відповідь на аномальні, не характерні для даної місцевості, зміни погоди. Найчастіше спостерігаються ознаки порушення роботи мозку, серця і периферичної нервової системи, деяких видів обміну речовин. Наприклад, у метеочутливих людей при переїзді в умови Крайньої Півночі зазвичай розвивається комплекс порушень вищої нервової діяльності, функції дихання, кровообігу, механізмів адаптації, сукупність яких складає симптом нервової напруги. Це зумовлено переохолодженням організму, дефіцитом УФ-випромінювання, а також впливом магнітних бур внаслідок близькості магнітного поля Землі і високої напруженості електричного поля атмосфери на цих широтах.

При швидкому пересуванні на великі відстані з заходу на схід або зі сходу на захід, коли змінюються часові пояси, різко зростає ризик розвитку десинхронозу (порушення добових ритмів), внаслідок чого людина може відчувати нетривалу загальну слабкість, головний біль, різні порушення нервової, серцево-судинної і дихальної систем.

Кліматотерапія вивчає використання метеорологічних факторів з метою лікування хворих з різними захворюваннями. Вона сприяє відновленню адаптаційних здатностей організму, які знижуються при порушенні єдності організму з зовнішнім середовищем.

Кліматотерапія розглядає низку питань: вплив на людину зміни клімату, яка може стимулююче діяти, підвищувати опірність організму, викликати перелом у ході хвороби; використання метеорологічних умов у звичному для хворого кліматі (лікування хворих у місцевих оздоровчих закладах); застосування спеціальних кліматичних впливів (гіпоксикаторів – приладів для дихання повітрям зі зниженим вмістом кисню, що дозволяє повернути людині стійкість не лише до гіпоксії, але й до багатьох несприятливих впливів, а через це уповільнюються процеси старіння організму, як у гірських народів-довгожителів; галокамер – спеціально обладнаних приміщень, в яких створюються умови соляної печери, тобто лікувальні середовища, насичені сухим аерозолем хлориду натрію з переважанням малих частинок, які проникаючи у найглибші відділи дихальних шляхів впливають на відновлення функції бронхів і зовнішнього дихання та інш.).

Кліматопрофілактика вивчає використання метеорологічних факторів для профілактики різних захворювань.

Кліматопрофілактика заснована на загартуванні організму, удосконалення механізмів пристосування організму до мінливих умов зовнішнього середовища.

В.Г. Бокша і Б.В. Богуцький [7] виділяють ще один розділ медичної кліматології – медичну географію, хоча інші вважають її окремою комплексною наукою. Медична географія вивчає природні та соціально-економічні особливості географічного середовища, які сприятливо або несприятливо впливають на здоров'я людини; досліджує також закономірності територіального розподілу хвороб (нозогеографія), природні фактори, що зберігають і зміцнюють здоров'я населення

Вона тісно пов'язана з географією населення, екологією, епідеміологією, курортологією та іншими науками.

Кліматотерапія і кліматопрофілактика є розділами також і курортології – науки про природні лікувальні фактори, їх вплив на організм людини і методи застосування їх з лікувально-профілактичною метою. Тому медична кліматологія тісно пов'язана з курортологією і через неї з медициною. Таким чином, медична кліматологія з одного боку пов'язана з фізикою атмосфери і фізичною географією, а з другого – з медициною і біологією (рис. 1.1).

Значення медичної кліматології як науки тісно пов'язане з профілактичною спрямованістю медицини у суспільстві. Вона припускає широке проведення не лише лікувальних, але й профілактичних заходів, спрямованих як на попередження хвороб, так і на відвертання прогресування патологічних процесів, загострень захворювань, скорочення термінів непрацездатності і більш раннє повернення хворих до праці.

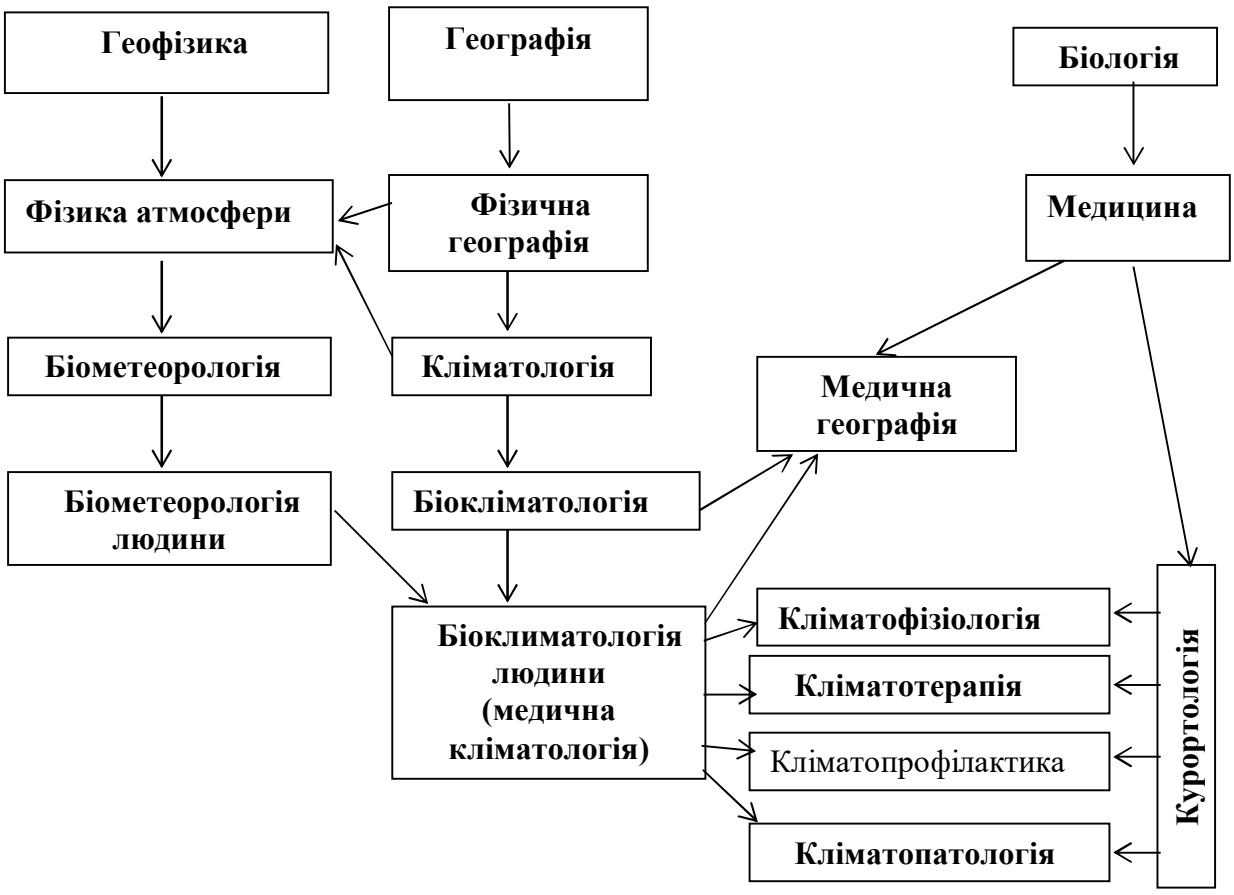


Рисунок 1.1 – Взаємозв'язок біокліматології людини з іншими науками

1.2 Стислі історичні відомості про становлення науки

Використання цілющих сил природи – сонячних променів, повітря і води – своїми джерелами досягає часів глибокої давнини. Ще в античній Греції і Римі велика увага приділялась культурі тіла (вправи, масаж, морські купання, використання сонячних променів і чистого повітря).

Перші думки про біологічне значення клімату можна знайти у працях основоположника класичної медицини Гіпократа (460-377 рр. до н.е.), який досліджував вплив клімату на людину й у своїх творах дав пояснення цьому явищу. У своєму трактаті «Про повітря, воду і місцевість» він писав: «Усякий, хто бажає ґрунтовно вивчити лікарську справу, повинний насамперед розібратись у порах року: який вплив і дію має кожна з них… потім вивчити дію теплих і холодних вітрів… якість місцевих вод…грунт місцевості: голий він і безводний чи покритий лісом, чи розташовується він у глибокій долині з теплим і задушливим повітрям, чи високий і прохолодний».

Гіпократ – перший лікар, який рекомендував застосування з лікувальною метою повітряних і сонячних ванн. Він відзначав, що рани у рибалок гояться набагато швидше, ніж в інших людей, завдяки морській воді і сонцю. Вже тоді хворих туберкульозом лікували в умовах гірського клімату Олімпу.

Повітряні і сонячні ванни були повсякденним гігієнічним заходом у побуті стародавніх греків і римлян, які влаштовували для цих цілей солярії на дахах житлових будинків. А для зміцнення свого тіла, відновлення сил і лікування хвороб греки відвідували «священні гаї».

Рекомендації щодо використання природно-кліматичних факторів для лікування деяких хвороб наведено у працях А. Цельса (I ст.), К. Галена (II ст.) та інших.

Видатний узбецький вчений і лікар Авіценна (Ібн-Сина) (980-1037 рр.) докладно описав вплив на людину повітря, вітрів, сонячного світла, пір року, різних кліматів (жаркого, холодного, вологого і гірського) у книзі «Канони лікарської науки».

Вчені-медики епохи Відродження Ф. Парацельс (XVI ст.), Т. Сінедхем (XVII ст.) та інші надавали велике значення ролі природних факторів у виникненні і лікуванні хвороб.

Трохи пізніше з'явились праці В. Гумбольдта (1769-1859 рр.), який першим розробив поняття морського і континентального клімату. Висунуті ним положення про фізіологічну дію клімату стали основою подальших досліджень у цій області.

Успіхи природничих наук у XVIII-XIX століттях і розвиток метеорології стали важливою передумовою для виявлення взаємовідносин організму з зовнішнім середовищем, дозволили почати вивчення реакцій організму людини на вплив клімату.

Наприкінці XVIII століття у деяких країнах зроблено перші спроби лікування деяких захворювань в умовах морського, гірського і пустельного клімату. У середині XIX ст. з'явились спеціальні роботи з питань медичної кліматології (французький вчений Г. Ломбар та ін.).

Перші узагальнюючі роботи про вплив клімату на організм здорової і хворої людини належать І. Касперу (1846 р.), П. Фуассаку (1867 р.), Г. Ломбару (1877 р.) та інші. У 1885 р. вийшла у світ книга А. Ріклі, в якій він підсумував досвід роботи в області аерогеліотерапії. Увівши кліматолікування в практику санаторної роботи, він сприяв застосуванню сонячних променів і повітря з профілактичною і лікувальною метою, а тому деякі дослідники називали його батьком сучасної геліотерапії. Суттєве значення у вивченні аерогеліотерапії у місцях з гірським кліматом при різних захворюваннях (незагойні рани, свищі, виразки, позалегеневий туберкульоз тощо) мали роботи О. Бернхард (1902 р.).

Великий внесок у розвиток і становлення медичної кліматології як самостійної дисципліни зробив російський кліматолог і метеоролог О.І. Воєйков, який узагальнив існуючі наприкінці XIX ст. погляди на проблеми цієї науки у роботі «Дослідження кліматів для цілей кліматичного лікування і гігієни» (1893 р.).

До цього часу відноситься і підвищений інтерес видатних російських лікарів (М.І. Пирогов, С.П. Боткін, В.Ф. Снігирьов, Г.А. Захар'їн, А.А. Остроумов, А.А. Бобров і ін.) до лікувального використання кліматичних факторів. Так С.П. Боткін зробив великий внесок у розвиток кліматолікування на Південному березі Криму. У 1902 році А.А. Бобров і П.В. Щергін організували біля Алупки перший (на території України) санаторій для дітей, які страждають хірургічним туберкульозом (кісток, суглобів тощо). Г.А. Захар'їн підкреслював значення кліматолікування у місці мешкання хворого, рекомендуючи тривале перебування на лоні природи (у селі, на дачі) і вказував на значення гарної погоди і ландшафтного фактора.

Подальшому розвитку медичної кліматології сприяли праці П.Г. Мезерницького, який вперше розробив схему, що відображає основні шляхи і механізми впливу кліматичних факторів на організм (1937 р.). Велику роль у становленні медичної кліматології зіграли дослідження А.Н. Бойко, Н. Н. Калітіна, В.А. Александрова, Г.М. Данішевського, Г.А. Нєвраєва, Н.М. Вороніна, І.І. Григор'єва, Є.Є. Федорова, Л.А. Чубукова, а також Б. Руддера, Р. Рейтера, С. Тромпа, В. Яглоу, В. Маринова та ін..

На початку XX століття вже за допомогою комплексних методів зайнялись вивченням впливу погоди на організм людини. В якості факторів, які впливають на організм людини, стали розглядати не окремі метеорологічні величини, а погоду як таку.

1.3 Основні напрями розвитку

При дослідженні проблем біокліматології людини виникає багато складностей. З одного боку, вони визначаються різноманіттям кліматичних і мікрокліматичних умов, сонячною активністю і магнітним полем Землі, які впливають на організм людини. З іншого боку, їх зумовлює сама людина, яка має розвинуту фізіологічну систему, що посилюється різними захворюваннями. Тому досить часто питання про вплив погоди і клімату на організм і здоров'я людини наштовхується на досі нерозв'язані труднощі.

Поряд з дослідженнями впливу на організм метеорологічних величин значна увага приділяється вивченню дії і інших біологічно активних факторів: змін хімічного складу повітря (вміст у ньому озону, оксидів

азоту тощо), коливань вмісту в атмосфері кисню, аероіонізації, сонячної активності, змін магнітного і електричного полів Землі тощо.

З інтенсивним розвитком промисловості пов'язана поява в атмосфері так званих антропогенних факторів, тобто спричинених діяльністю людини (радіоактивні та інші види пилу, аерозолі, деякі гази, які активно впливають на живий організм.

Під впливом регулярних періодичних змін біотропних факторів зовнішнього середовища (добові, річні та інші коливання) відбуваються зміни активності багатьох фізіологічних функцій організму, а також працездатності людини. З цими змінами пов'язана виражена сезонність коливань частоти багатьох захворювань і патологічних реакцій (наприклад, стенокардії, гіпертонічних кризів тощо). Вивчення біокліматичних зсувів у різних географічних зонах дозволила розробити кліматопрофілактичні заходи (використання медикаментів, спеціальний режим для хворих тощо) для запобігання розвитку сезонних хвороб і погіршення ходу вже надбаних раніше під впливом несприятливих кліматичних умов захворювань.

Виконано досить багато робіт (в основному у країнах далекого зарубіжжя і Росії), які підтверджують зв'язок між станом атмосфери і самопочуттям людини. Наведемо основні питання, які були розв'язані медичною кліматологією, і використовуються у практичній роботі. Проте, зазначимо, що дотепер не вдалось чітко й однозначно оцінити характер і ступінь впливу геліофізичних, кліматичних і метеорологічних факторів на організм людини, виділити домінуючі параметри, визначити надійні кількісні критерії. Існує досить багато біокліматичних показників, але всі вони, як правило, носять якісний характер.

При всій розмаїтості біокліматичних досліджень кліматологи найчастіше звертаються до вивчення умов теплообміну людини з навколишнім середовищем. Це пояснюється залежністю основних фізіологічних факторів теплового балансу людини від теплового балансу підстильної поверхні (сонячної радіації, температури повітря і грунту, вологості повітря і швидкості вітру).

Метод теплового балансу дозволяє оцінити основні характеристики теплового стану людини: середню температуру шкіри (показник тепловідчуття), вологовтрати з поверхні шкіри (показник напруження терморегуляторної системи людини, особливо в умовах жаркого клімату) і теплозахисні властивості одягу (Д.І. Будико, Б.А. Айзенштат).

Широке розповсюдження у біокліматології дістав метод комплексної кліматології, розроблений Є.Є. Федоровим і Л.А. Чубуковим. За допомогою цього методу можна представити структуру клімату в погодах у конкретному регіоні, визначити його біокліматичну значущість у вигляді повторюваності класів «погоди доби», а потім дати їх медичну

інтерпретацію. Відомі розробки у цій області Б.А. Айзенштата, І.В. Бутьєвої, Н.А. Данилової, Н.Р. Деряпи, В.Ф. Овчарової та ін..

Подальший розвиток метод комплексної кліматології дістав у роботах В.І. Русанова, який запропонував для оцінки впливу клімату на людину класифікацію «погоди моменту».

У біокліматології для оцінки метеорологічних умов, які визначають тепловідчуття людини, використовуються різноманітні температурні шкали та індекси комфорту, дискомфорту, патогенності, суворості погоди і клімату. Найбільш поширеною є система розрахункових ефективних температур. Ефективні температури знайшли широке застосування у курортологів при дозуванні геліо- і аеротерапевтичних процедур, виділенні зон комфорту, оцінці біокліматичних умов і рекреаційного районування територій для відпочинку і туризму.

Фізіологами І.С. Кандрором та ін. розроблено метод фізіолого-гігієнічної характеристики клімату, який використовується архітекторами, проектувальниками, гігієністами для цілей комунальної гігієни (житлове будівництво, планування, гігієна одягу), фізіології і гігієни праці, а також при виборі місць відпочинку і курортного лікування.

Фахівцями різних інститутів курортології і фізіотерапії Радянського Союзу виконаний великий цикл робіт з біокліматичної оцінки курортів і медико-метеорологічному прогнозуванню для профілактики і лікування серцево-судинних захворювань.

Розробкою проблем медичної кліматології у країнах СНД займаються науково-дослідні інститути і лабораторії курортології, фізіотерапії та медичної реабілітації, інститути Міністерств охорони здоров’я країн СНД.

У країнах СНД вибіркові питання медичної кліматології (біокліматології) викладаються студентам медичних вузів та студентам географічних і гідрометеорологічних факультетів деяких університетів.

В Україні розробкою проблем медичної кліматології займається

Кримський республіканський науково-дослідний інститут фізичних методів лікування і медичної кліматології ім. І.М. Сеченова МОЗ АРК. Медична кліматологія у нас почала розвиватись у 20-30-і роки минулого століття. Зупинимось на основних досягненнях згаданого закладу. Тут були вивчені метеорологічні особливості сезонів, радіаційний режим, динаміка повітряних мас і окремих метеорологічних величин, хімічний склад і іонізація повітря на Південному березі Криму. Охарактеризовані мікрокліматичні особливості окремих міст цього регіону. Підсумки виконаної роботи підбито у книзі П.Г. Мезерницького «Мікрокліматичні варіанти Південного берега Криму і французько-італійської Рів’єри та їх терапевтична цінність» (1932 р.). У ній науково обґрунтовано, що Південний берег Криму є одним з кращих кліматичних курортів світу.

Одночасно з вивченням клімату Південного берега Криму розроблялись і методи його лікувального використання, устаткування для кліматолікування.

Є.Д. Петров розробив методи оцінки стану атмосфери для кліматотерапевтичних цілей, запропонувавши так звані біологічно активні температури (БАТ). БАТ визначають сумарний потік тепла з навколишнього середовища, який спричиняє помітні реакції організму. У відповідності до їх значень ним визначено сприятливі і несприятливі для кліматолікування типи погоди.

В.Г. Бокша і Б.В. Богуцький встановили основні закономірності фізіологічних зсувів при кліматотерапії. Це дозволило зробити висновок про неспецифічну дію різних кліматичних факторів і висунути положення про кліматолікування як метод стимуляції неспецифічної резистентності організму, яка є основною причиною підвищення ефективності лікування. Створення концептуальної моделі механізмів впливу кліматичних факторів на організм і розробка на цій основі кліматолікувальних режимів стали важливим досягненням інституту в області кліматофізіології та кліматотерапії.

Дослідження, проведені в інституті показали, що Сонце впливає на організм людини: зростає загальна кількість білку у крові, підвищується окислювальний коефіцієнт і активність каталази* – показника антиоксидантного захисту організму. При нестачі сонячного опромінення знижується опірність організму, знижується вага тіла. При надлишковому опроміненні частішає пульс, розширюються кровоносні судини, спостерігаються приливи крові до шкіри. А.А. Куклін виявив, що у сполученні з перегрівом тіла і дихальних шляхів це може сприяти активації туберкульозного процесу у легенях, кровохарканню, посиленню інтоксикації.

В результаті інших досліджень надано рекомендації для науково обгрунтованого проведення геліотерапії, які стали базою для розробки методик геліотерапії туберкульозу; розроблено методи застосування сонячного опромінення при захворюванні серцево-судинної і нервової систем, нирок; розроблено методи використання геліотерапії у комплексному лікуванні неспецифічних захворювань легенів (хронічний бронхіт, хронічна пневмонія, бронхіальна астма) у дорослих і дітей; виконано наукове обґрунтування аеротерапії захворювань легенів, серцево-судинної і нервової систем.

Наукова розробка питань таласотерапії при захворюванні органів дихання, серцево-судинної і нервової систем – одне з пріоритетних наукових напрямків інституту. Опрацювання питань дозування

Примітка. *Каталаза – фермент, який прискорює (каталізує) реакцію розкладання перекису водню на воду і молекулярний кисень: $H_2O_2 + H_2O_2 = O_2 + 2H_2O$

кліматичних процедур також є важливим внеском цього закладу у кліматотерапію. Дослідження механізмів кліматоадапційних і метеопатологічних реакцій, а також розробка методів їх прогнозування і зняття певних симптомів (купірування) дозволили суттєво підвищити ефективність санаторно-курортного лікування.

В інституті досліджувались зміни фізіологічних реакцій при акліматизації і різких змінах погоди. Вивчались курортні ресурси Криму і України.

Проблеми і досягнення медичної кліматології в Україні висвітлюються у журналах «Актуальные вопросы курортологии, физиотерапии и медицинской реабилитации», «Вестник физиотерапии и курортологии», «Медична реабілітація, курортологія і фізіотерапія» та інших медичних і географічних журналах.

За кордоном також працюють інститути і центри біокліматології, курортології і фізіотерапії, які займаються проблемами медичної кліматології, а також видаються відповідні присвячені ним періодичні та інші публікації. З 1956 року періодично організовуються міжнародні конгреси з біокліматології, на яких обговорюються і питання медичної кліматології.

Сучасна біокліматологія як наука здатна вирішувати багато питань наукового і практичного характеру, які стали ще більш актуальними у період глобального потепління, що розпочалось ще у 70-і роки минулого століття і продовжується досі. До основних задач, які вона розв'язує сьогодні, належать:

- оцінка кліматичних ресурсів різних регіонів з точки зору збереження і створення оптимальних умов для мешкання і трудової діяльності людини;
- подальше дослідження умов теплообміну людини з навколишнім середовищем;
- вивчення впливу погодних і кліматичних факторів на виникнення і поширення інфекційних захворювань;
- адаптація та акліматизація при міграції населення;
- мезо- і мікрокліматична оцінка санаторно-курортних зон, зон рекреації з метою охорони і раціонального використання природно-кліматичних ресурсів для оптимального лікування і відпочинку;
- створення банку спеціалізованих даних стосовно проблеми клімат і здоров'я людини;
- розробка комплексних біокліматичних показників, відповідних індексів, їх класифікація і районування.

Практичні розробки і методи медичної кліматології використовуються в різних областях господарчої діяльності людини і охорони здоров'я: для рекреаційної оцінки клімату (від лат. *recreatio* – відновлення, відпочинок),

оцінки клімату для кліматотерапії, кліматопрофілактики і загартування організму, оцінки умов акліматизації, оцінки клімату і погоди для медикео-метеорологічного прогнозування, яке дозволяє диференційовано проводити профілактику метеопатичних реакцій.

Контрольні запитання

1. Що вивчає медична кліматологія?
2. Які розділи виділяють у медичній кліматології?
3. На стику яких наук виникла біокліматологія людини?
4. Назвіть основні напрями розвитку біокліматології людини.
5. Назвіть вчених, праці яких сприяли розвитку медичної кліматології.
6. Які задачі розв’язує біокліматологія людини сьогодні?
7. Як на практиці використовують результати досліджень біокліматології людини?

2 ДІЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

2.1 Чинники здоров'я

Здоров'я є головним критерієм оцінки взаємовідносин людей з навколишнім середовищем. Стан здоров'я окремо взятої людини – явище у значній мірі випадкове. Він може бути зумовлений переважно ендогенними чинниками (які часто пов'язані з місцем існування індивідуума). Рівень же здоров'я досить представницької групи людей (усереднений рівень здоров'я) завжди є яскравим показником сприятливого або негативного впливу оточуючого середовища на населення [28]. В останні десятиліття з'явилось поняття «громадське здоров'я», яке оцінюється по сукупності статистичних показників, що характеризують демографічні процеси, поширення хвороб і патологічних явищ, стан соціальних відношень [4, 23].

Для характеристики стану здоров'я населення використовують великий набір показників, серед яких найбільш значимими індикаторами громадського здоров'я на регіональному рівні є демографічні дані і медичні показники. Перш за все, це середня очікувана тривалість життя, загальна і дитяча смертність, загальна і специфічна захворюваність [27].

Багатьма дослідниками зазначається, що врахувати вплив різних чинників, у тому числі і клімато-погодних, на стан здоров'я населення протягом всього життя людини практично неможливо, тому вивчення проводиться на дитячому контингенті [24]. У дітей відсутні шкідливі звички (паління, вживання снодійних засобів і алкоголю), дитячі колективи і їх медичне обслуговування достатньо організовані, у них відсутній контакт зі шкідливими речовинами на виробництві. Діти мають меншу міграційну рухливість порівняно з дорослими. Крім того, діти більше схильні до захворювань дихальних шляхів, які одними з перших реагують на дискомфортність кліматичних умов. Все це дозволяє диференціювати можливу несприятливу дію погодних і кліматичних умов на здоров'я на прикладі дитячого населення.

Як функція від багатьох змінних здоров'я населення являє собою інтегральний показник якості навколишнього середовища. Тому найважливішою задачею є встановлення ролі окремих чинників та їх найбільш частих сукупностей у впливі на здоров'я населення. Саме здоров'я населення має стати основною кліматоутворювальною ланкою всієї системи з керування якістю середовища [17].

2.2 Вплив окремих фізичних параметрів на здоров'я людини

Людина постійно знаходиться під впливом метеорологічних (атмосферних), радіаційних (космічних) і земних (телуричних) факторів.

Фізичний стан атмосфери у певний момент часу характеризується низкою метеорологічних величин та атмосферних явищ. Безперервна зміна стану атмосфери призводить до утворення таких атмосферних процесів, які охоплюють значний простір і діють тривалий час. Область їх дії визначається характерними розмірами або довжиною хвиль, а час дії – тривалістю їх існування. Середні довготривалі погодні умови у якійсь області або районі визначають тип клімату.

Результати досліджень багатьох вчених показали, що велику кількість захворювань поєднує загальне – неузгодженість функцій організму між собою і зовнішніми датчиками часу. Від людського організму потрібні зусилля для адаптації до якогось певного періоду, короткому або тривалому. При адаптації відбувається координація всіх фізіологічних функцій. Цей процес називається *гомеостаз*.

Властивість людського організму реагувати на вплив погодно-кліматичних умов називається *метеотропністю*. Вона проявляється, зазвичай, у психоемоціальних реакціях на погоду і зміну клімату, в аномальній зміні фізіологічних процесів в організмі, які призводять до погіршення самопочуття, виникнення клінічних розладів, загострення захворювань і навіть смерті. Здорова людина, зазвичай, не помічає змін погоди, які відбуваються. Якщо ж адаптаційні механізми в організмі координовані не повністю, то у здорової людини можуть спостерігатись метеотропні прояви у вигляді легкого нездужання і погіршення самопочуття. У хворої, ослабленої людини (особливо з віком) адаптаційні пристосування не компенсують фізіологічних розладів і відбувається загострення хвороб.

Як правило, у проблемі метеотропності досліджуються фізіологічні реакції. Псіхологічні впливи метеорологічних факторів і атмосферних явищ на людину набагато важче піддаються вивченню, ніж фізіологічні. Для того необхідні дуже тонкі експерименти і тривалі порівняльні спостереження. Все ж з більшою достовірністю можна констатувати, що певні атмосферні умови мають безпосереднє відношення до концентрації уваги, працездатності і емоціальної врівноваженості людей.

Підвищена чутливість до змін метеорологічних і космічних факторів має назву *метеолабільності*, а відчуття, які виникають під впливом цих змін – *метеотропні реакції*. Людей, які хворобливо відчувають на собі метеотропні реакції, називають метеотропними хворими [20].

Метеотропні хвороби можна розділити на декілька класів: 1) регіональні; 2) метеотропні реакції як загострення і фактор ризику

будь-яких фізіологічних процесів; 3) хвороби, зумовлені кліматогеографічними контрастами.

За оцінкою І.І. Григор'єва та інш. [16] в умовах Центральної Росії чисельність метеолабільних серед практично здорових людей досягає в залежності від сезону 25-45%, серед хворих дорослих 55-70%, серед хворих дітей – 40-60% кількості мешканців відповідного віку.

Дія природних факторів на організм людини багатогранна і неоднозначна. Проте, можна виділити три основні напрямки. По-перше, вплив природних факторів, зумовлених як багаторічним режимом погоди (кліматом), так і неперіодичними змінами в атмосфері. По-друге, вплив факторів зовнішнього середовища, пов'язаних з антропогенними впливами. Багато перетворень у навколишньому середовищі, пов'язаних з виробничою діяльністю людини, несприятливо впливають на організм. По-третє, цілеспрямоване застосування метеорологічних факторів для кліматолікувальних і кліматопрофілактичних процедур.

Температура повітря є одним з найактивніших метеопатичних факторів. Зміни теплового режиму атмосфери спричиняють відповідні зміни теплообміну людини з навколишнім середовищем. Теоретична передумова цього ефекту надана ще у 1748 році М. В. Ломоносовим, який вважав, що відкритий їм закон збереження і руху матерії можна застосовувати і до живого організму. Сталість температури людини – основа його життя.

Тепловтрати з поверхні шкіри відбуваються за рахунок довгохвильового випромінювання, конвекції, кондукції – витрат тепла на випаровування рідини з поверхні шкіри. Тепловіддача в основному здійснюється через шкірний покрив – біля 82%, органами дихання – 13% і всією рештою – 5%. Проте це співвідношення залежить від теплоізоляції одежі [15].

Температура повітря, як відомо, визначається переважно сонячною радіацією, яка надходить до підстильної поверхні, у зв'язку з чим температура зазнає періодичних (добових і сезонних) коливань. Неперіодичні зміни температури можуть бути пов'язані з загальними процесами циркуляції атмосфери. Для характеристики термічного режиму у кліматології використовуються середні добові, місячні і річні температури повітря, а також максимальні і мінімальні значення її. Вплив температури на організм людини проявляється, перш за все, у теплообміні з навколишнім середовищем. Процес цей складний, тому що, з одного боку, він визначається фізіологічними параметрами, а з другого боку, цей процес фізичний і підпорядковується основним законам термодинаміки.

Для визначення температурних змін використовують величину, яка називається міждобовою мінливістю температури (різниця між середніми добовими температурами двох сусідніх днів). Міждобові коливання температури повітря в межах 0-2 ˚С для людини є нейтральними

чи індиферентними. Якщо мінливість температури від доби до доби коливається в межах 2- 4 ˚С, то організм людини пристосовується до неї. Міждобова мінливість 4-6 ˚С вже помітна, а > 6-8 ˚С – відчутна. Для людини відчутні добові амплітуди температури 8-12 ˚С, а > 12 ˚С – дратуючі [36].

Наведемо приклади, що показують вплив коливання температури на стан людського організму по Єгерову. В одну із січневих ночей 1780 р. у Петербурзі різко потеплішало: температура підвищилася від -43.6˚С до 6˚С. За одну цю ніч 40 000 мешканців занедужало на грип. У 1932 р. з червня по вересень стояла сильна жара і зовсім не було опадів. У цей час усі “сердечники” почували себе добре. У вересні погода різко змінилася, настали холодні дощові дні й у всіх цих хворих знову з'явилися їхні колишні нездужання.

Термічні умови навколишнього середовища дуже впливають на теплообмін організму людини з цим середовищем. Від умов теплообміну залежить можливість переохолодження або перегріву, створення термічного комфорту.

При впливі на організм високих температур повітря може настати перегрів організму. В цих умовах відбувається розширення кровоносних судин, зниження серцевого тонусу й артеріального тиску, частішання пульсу, підвищення температури шкіри. Більш значний перегрів може призвести до важких патологічних явищ з боку серцево-судинної системи і загального стану організму (теплового удару). Тепловий удар настає раптово і часто призводить до важких ускладнень; найбільш характерний симптом – дуже висока температура тіла. При цьому, з невідомих причин теплорегулюючий центр мозку припиняє функціонувати, і організм зовсім втрачає здатність звільнитися від надлишку тепла.

Порівняно з природними коливаннями температури повітря діапазон температур, в якому людський організм відчуває себе комфортно, значно вужчий. При температурі тіла, яка виходить за межі 26-40 °С, можливі незворотні процеси в організмі.

Суб’єктивне відчуття кліматичного комфорту пов’язане з рівнем активності людини, температурою випромінювання тощо.

Вплив на організм низьких температур викликає підвищення обміну речовин і звуження периферичних кровоносних судин, що призводить до зниження температури шкіри. Швидкість кровотоку при цьому знижується, а теплопровідність шкіри і поверхневих тканин зменшується в 6-7 разів. Артеріальний тиск за низької температури повітря має тенденцію до підвищення (особливо при м'язовому тремтінні).

Небезпека, яку являє собою холод для організму, як правило, полягає не в зниженні температури тіла, а в місцевих змінах, що відбуваються в шкірі і підшкірних тканинах відкритих ділянок тіла; головним чином, це

руки, пальці рук і ніг, ступні, вуха, ніс і щоки. У залежності від тривалості перебування на морозі й у вогкості можуть настати більш-менш небезпечні явища – почервоніння шкіри (кисті рук і ступні червоніють, починають горіти і свербіти; іноді шкіра тріскається, з'являються виразки), обмороження шкіри.

Про несприятливий вплив низьких температур на здоров'я людей свідчать сезонні коливання показників смертності. У зимовий період у Великобританії, США, Франції, Швеції й в ін. країнах відзначається більша кількість випадків госпіталізації і смертності, ніж улітку. Між смертністю узимку і температурою зовнішнього повітря спостерігається лінійна залежність. Однак лише невелика кількість смертей у зимовий період безпосередньо пов’язана з низькою температурою тіла (гіпотермія). Причиною смерті частіше є серцево-судинні і респіраторні захворювання. Розлад серцево-судинної системи посилюється з подовженням холодного періоду. Кількість серцевих нездужань зростає після 1-2 днів холодної погоди, серцевих нападів – після 3-4 днів, захворювань пневмонією і бронхітом – після 7 днів холодної погоди.

Вплив температури повітря на організм людини залежить і від вологості повітря. За одної й тої ж температури вміст водяної пари у приземному шарі атмосфери може здійснювати значний вплив на стан організму.

Вологість повітря як біокліматичний фактор впливає по-різному. По-перше, від неї істотно залежить парціальна густина кисню в повітрі (при зменшенні парціального тиску водяної пари e зростає парціальна густина кисню за інших рівних умов); по-друге, вологість повітря впливає на радіаційні умови (через утворення хмарності); по-третє, від неї залежить втрата рідини в організмі.

Відомо, що різниця між тиском насичення E і парціальним тиском водяної пари e за даних значень температури і тиску називають дефіцитом насичення d. У біокліматології існує поняття фізіологічний дефіцит вологості повітря $d_ф$, який визначається формулою Дорно

$$d_ф = E_ф - e, \qquad (2.1)$$

де $E_ф$ – фізіологічна вологість повітря, що чисельно дорівнює тиску насичення водяної пари при температурі тіла людини 37˚С ($E_ф$ = 62,8 гПа).

Влітку парціальний тиск водяної пари e значно вищий, ніж узимку, тому фізіологічний дефіцит вологості влітку менший порівняно з зимовою порою року [14].

Фізіологічний дефіцит насичення $d_ф$ залежить і від висоти над рівнем моря. Зі збільшенням висоти (через зменшення температури повітря, а значить і зменшення парціального тиску водяної пари) $d_ф$ зростає, тому

гірське повітря характеризується високою сухістю.

У метеорологічних зведеннях, зазвичай, вказується відносна вологість, бо її зміна може безпосередньо відчуватися людиною. Повітря вважається сухим при вологості до 55%, помірно-сухим – при 56-70%, вологим – при 71-85%, дуже вологим (сирим) – вище 85% (за І.В.Бутьєвою). Зона комфорту по вологості повітря для практично здорових людей коливається від 45 до 80%. За умов посухи, коли вологість повітря не перевищує 30%, різко збільшується вологовіддача з боку організму. При відносній вологості > 80% випаровування утруднено, відчуття жари і холоду більш неприємне. Хворі на гіпертонічну хворобу і коронарний атеросклероз дуже чутливі до коливань відносної вологості повітря. У таких хворих переважна більшість нападів відбувається при відносній вологості 80-95% [12].

Найбільш комфортні умови спостерігаються за відносної вологості 50% і температури повітря 20-22 °С (метеорологічна зона комфорту) [16]. За підвищеної вологості повітря, яка перешкоджає випаровуванню з поверхні тіла людини, важко переноситься жара і посилюється відчуття холоду.

Сполучення температури і вологості можуть викликати не тільки різні теплові відчуття, але й різноманітні фізіологічні реакції: зміну частоти пульсу, зміну температури тіла, ваги тощо. Вплив на людину підвищеної вологості може супроводжуватись погіршенням настрою, болем у кінцівках, серцебиттям. Подібні стани відчувають переважно особи зі зниженим артеріальним тиском. Інші хворі, у тому числі і на гіпертонічну хворобу, на початку дощу почувають себе краще, скарги припиняються або послаблюються [17].

Біологічні реакції залежать і від хмарності, яка впливає на світловий режим та є причиною випадіння опадів. Біометеорологічні дослідження показали, що самі *опади* чинять в основному сприятливу дію на людину: зменшуються інфекційні захворювання, знижується смертність, зменшуються численні скарги, спричинені метеорологічними явищами. Останнє, правда, може бути пов’язаним не стільки безпосередньо з опадами, скільки зі зміною електричного поля атмосфери при проходженні дощової хмарності [15].

Вітер є чинником, здатним істотно змінити швидкість тепловіддачі організму. Вітер переносить прилеглий до шкіри шар більш теплого і насиченого вологою повітря і замінює його більш холодним і сухим навколишнім повітрям, створює умови для посилення тепловіддачі зі шкіри як шляхом конвекції, так і шляхом випаровування. Тим самим вітер посилює охолоджувальну силу повітряного середовища.

За температур нижчих, ніж температура шкіри, вітер, збільшуючи конвекційну тепловіддачу, сприяє охолодженню тіла. Коли температура

повітря вища, ніж температура поверхні тіла, вітер посилює випарну спроможність повітряного середовища і тим самим сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. Повсякденний досвід свідчить про приємний охолоджувальний вплив вітру у жарку суху погоду.

Іншою важливою особливістю дії вітру на організм є подразнення рецепторів шкіри (нервових закінчень), що може викликати загострення серцево-судинних захворювань. Якщо механічний вплив вітру поєднується з холодовими подразненнями, то виразність відповідних реакцій організму значна і вона тим більша, чим більша швидкість вітру. За низьких температур вітер посилює тепловіддачу, що може призвести до більш швидкого переохолодження організму.

Сильний вітер може створювати складності у пересуванні людини, сприяти стомленню і виснаженню нервової системи, утруднює функцію зовнішнього дихання [7].

Негативний вплив вітру посилюється за різких коливань температури, вологості повітря, атмосферного тиску. Під час сильного холодного вітру і різких коливань атмосферного тиску підвищується артеріальний тиск, що сприяє виникненню гіпертонічних кризів і порушенню мозкового кровообігу. Коливання артеріального тиску у хворих спостерігаються також при несподіваній зміні напрямку вітру [22].

Особливо велике метеобіологічне значення мають фени. Загальновідомо, що фенові нездужання найбільше виявляються перед настанням фену, у передфеновій стадії і після вторгнення фену вони слабшають.

Статистичні дані Хантингтона показали, що в холодну пору року вітряна погода призводить до підвищеної смертності, а в теплу пору року вітер, навпаки, знижує смертність [3].

Атмосферний тиск і його коливання впливають на організм подвійно: по-перше, сприяють зміні насичення крові киснем і зміні кровообігу, по-друге, механічно впливають на рецептори тіла (плеври, очеревини), а також судини. Так на висоті 200-800 м над рівнем моря (зниження атмосферного тиску на 33-93 гПа) зниження парціальної густини кисню в повітрі призводить до невеликих змін насичення артеріальної крові киснем і в зв'язку з цим відбувається частішання дихання, прискорення кровообігу, на висоті 800-1800 м над рівнем моря (зниження тиску на 93-213 гПа) сприяє частішанню і поглибленню дихання, зростанню числа еритроцитів і вмісту гемоглобіну, підвищенню судинного тонусу й артеріального тиску.

Клініко-експериментальні спостереження показали, що помірно-розріджене повітря (висота близько 1000 м, наприклад, у Кисловодську), поліпшуючи функцію зовнішнього дихання, відіграє відому роль у поліпшенні загального стану хворого під впливом комплексної терапії на гірських курортах.

На великих висотах (2500-5000 м і більше) відзначають різкі порушення в диханні та кровообігу і може розвиватися картина “гірської хвороби”.

Багато дослідників показали, що на самопочуття хворих, які страждають на серцево-судинні захворювання (гіпертонія, стенокардія, інфаркт міокарда й інсульт) впливає не абсолютна величина тиску, а його неперіодичні коливання, пов'язані зі зміною погоди. Слабкою зміною тиску вважається зниження або підвищення його середнього добового значення на 1-4 гПа, помірним – на 5-8 гПа, різким – більше 8 гПа. Випадки з міждобовою мінливістю атмосферного тиску > 8 гПа добре узгоджуються з піками викликів швидкої допомоги з приводу серцево-судинних захворювань. Коефіцієнт кореляції між ними становить близько 0,70.

За різкого підвищення атмосферного тиску виникає різниця між тиском всередині тіла людини і тиском навколишнього повітря. У цих випадках людина, особливо хвора, може відчувати головний біль, біль в області серця та інших органів, підвищується артеріальний тиск, виникають судинні кризи і внутрішній крововилив. Різкі підвищення атмосферного тиску спричиняють загострення радикуліту і захворювань сідничного нерву, появи шуму у вухах.

Зниження атмосферного тиску може призвести до утруднення дихання і порушення функції серцево-судинної системи. Особливо реагують на зниження атмосферного тиску хворі на невроз, гіпертонічну хворобу, ішемічну хворобу серця, судинні захворювання мозку, хворі із захворюваннями органів дихання [13].

Сонячна радіація. Сонце є основним джерелом енергії для Землі й атмосфери. Енергія, яка випромінюється Сонцем, називається сонячною радіацією. Весь спектр випромінювання Сонця поділяють, як відомо, на низку областей з такими граничними значеннями довжин хвиль:

- гамма-промені ($\lambda < 10^{-5}$ мкм),
- рентгенівське випромінювання ($10^{-5} < \lambda < 10^{-2}$ мкм),
- ультрафіолетова радіація ($0{,}01 < \lambda < 0{,}39$ мкм),
- видиме випромінювання спектра чи видиме світло ($0{,}39 < \lambda < 0{,}76$ мкм), що у свою чергу поділяється на сім кольорів,
- інфрачервона радіація ($0{,}76 < \lambda < 3000$ мкм),
- радіохвильове випромінювання ($\lambda > 0{,}3$ см).

Близько 47% енергії, що випромінюється Сонцем, припадає на видиму ділянку спектра, 44% – інфрачервону область, 9% – ультрафіолетову область.

Сонячна радіація, і особливо її короткохвильова частина, являють собою один із найпотужніших факторів навколишнього середовища, які визначають умови розвитку й існування всього живого на земній кулі і, людини особливо.

Промені *видимої* та *інфрачервоної* частини сонячного спектра, завдяки їхній здатності проникати на різну глибину в тканини організму, мають велике біологічне значення. Найглибше проникають червоні та інфрачервоні промені. Поглинаючись різними шарами тканин організму, вони нагрівають їх, а при тривалому впливі цих променів підвищується і температура тіла. Нагрівання шкіри сонячними променями зумовлює розширення шкірних судин (гіперемію), частішання пульсу, зниження рівня обмінних процесів тощо.

Великої уваги заслуговують зміни вищої нервової діяльності під впливом освітлення. Денне освітлення підвищує процеси збудження в корі головного мозку, змінює загальну збудливість центральної нервової системи, підвищує обмін речовин і загальну життєдіяльність організму, сутінкове ж освітлення гальмує обмін речовин і рухливу активність організму за даними досліджень Слоніма А.Д..

Ультрафіолетова (УФ) радіація характеризується більш високою біологічною активністю, ніж видима і інфрачервона області спектра. Це пояснюється високою енергією кванта УФ випромінювання, яка передається поглинаючій молекулі. При довжині хвилі < 0,315 мкм світловий квант має енергію, достатню для руйнування молекул білка. При довжинах хвиль < 0,280 мкм переважають летальні ефекти УФ радіації. Тому всю область УФ радіації умовно поділяють на три частини: УФ-А (0,315-0,400 мкм), УФ-В (0,280-0,315 мкм) і УФ-С (< 0,280 мкм) [6].

Безпосередня інтенсивна дія короткохвильової сонячної радіації (УФ-В і УФ-С) на живу речовину загрожує їй смертю внаслідок руйнування молекул білка. Ультрафіолетова радіація області С поглинається у високих шарах атмосфери і не досягає земної поверхні. При цьому вся енергія витрачається на дисоціацію (розщеплення) молекул газів на атоми і їхню іонізацію. Таким чином, атмосфера захищає життя на землі від згубної дії УФ-С.

УФ-промені не проникають у тканини глибше 0,5-1 мм, але при цьому відбуваються хімічні зміни в тканинах. Безпосередній ефект УФ-впливу – бактерицидний. Помірні дози УФ-В цілюще впливають на організм, підвищуючи обмінні процеси, стійкість організму до захворювань, загальний тонус і працездатність. Недостатні дози УФ-В призводять до розвитку патологічних явищ, що одержали назву сонячного голодування

або ультрафіолетової недостатності. Особливо небезпечний такий стан для дітей, тому що він супроводжується розвитком рахіту.

Надлишкове опромінення сприяє виникненню раку шкіри. Кронрод Б.А. і Рубін Л.Р. [21] встановили, що спектральні межі канцерогенної дії УФ-випромінювання на людину становлять 0,280-0,340 мкм (максимум – на довжинах хвиль 0,290-0,320 мкм). Дослідження, проведені з епідеміології раку шкіри, показали, що спостерігається зростання захворюваності з півночі на південь України, з північно-західної її частини на південно-східну зі зростанням висоти Сонця над горизонтом, інтенсивності сонячної радіації, кількості ясних днів, частки УФР у світловому потоці.

Установлено, що частота захворювань на рак суттєво залежить від ступеня пігментації шкіри, зумовленого расовими, етнічними та індивідуальними особливостями меланогенезу.

Отже, захворюваність на рак шкіри визначається в основному двома чинниками – рівнем сонячної радіації і ступенем пігментації шкіри населення. З медичної статистики відомо, що перше місце серед всіх злоякісних новоутворень шкіри, які зареєстровані в Україні, займає Крим.

Сучасні уявлення про механізм канцерогенної дії УФ-випромінювання достатньо різнорідні. Найбільш обґрунтованою є гіпотеза, яка виходить з факту селективного поглинання УФ-випромінювання нуклеїновими кислотами з максимумом в області 0,254-0,265 мкм, до того ж спектр поглинання подібний до спектра поглинання озоном в полосі Хартлі. Білки є додатковим фільтром, який захищає нуклеїнові кислоти від руйнуючої дії УФ-випромінювання. Але спектр поглинання озону, який призводить до повного поглинання випромінювання з довжиною хвилі більшою за 0,280 мкм, частково пропускається озоном. За дії надмірних доз УФР відбувається пошкодження найважливішого компонента живих клітин – нуклеїнових кислот. Реалізація канцерогенного впливу УФ-випромінювання пов’язана з прямим мутагенним впливом на ДНК-матрицю, що згодом виражається в індивідуальних соматичних мутаціях в клітинах шкіри і розвитком злоякісної пухлини.

Захисно-пристосувальні реакції організму при УФ у опроміненні зводяться головним чином до підвищення вмісту меланіну в епідермісі (засмага). Засмагу поділяють на негайну і уповільнену. Негайна засмага виникає протягом 5-10 хвилин опромінення і більше виражена в осіб з початково сильніше пігментованою шкірою. Зберігається вона від 30 хвилин до 30-40 годин у залежності від інтенсивності опромінення. Уповільнена (істинна) засмага розвивається протягом 2-3 днів опромінення. Захисна роль меланіну полягає не тільки в тому, що він є екраном, який не пропускає УФР у більш глибокі шари шкіри, але й у тім, що він має антиоксидантні властивості.

Загальна кількість УФ променів в інтегральному потоці сонячної енергії, яка досягає земної поверхні, не перевищує 3-4%. Ця радіація дуже поглинається озоном у високих шарах атмосфери й істотно розсіюється на молекулах і аерозолях. Тому до земної поверхні надходить зовсім мала частка цієї радіації.

Труднощі при вивченні природної УФ радіації пов'язані з тим, що її частка в загальному потоці сонячного випромінювання дуже мала і сильно змінюється в залежності від широти місця, пори року і часу доби, загального вмісту озону в атмосфері, прозорості атмосфери і інших факторів. Режим короткохвильової УФР в атмосфері мало схожий на режим сонячної радіації видимої й інфрачервоної областей спектра.

У північній півкулі, як відомо, виділяють три основні широтні зони розподілення УФР: зона дефіциту УФ-променів, зона УФ-комфорту і зона надмірного УФ-випромінювання. Україна знаходиться в зоні УФ-комфорту. Ця зона за В.А. Бєлінським розташована між широтами 42,5-57,5°. У північній частині цієї зони (на північ від 52,5°) в розпал зими – умови УФ-дефіциту, а у південній – біологічно активна УФ радіація спостерігається протягом всього року (у літній полудень інтенсивність сумарного потоку досягає 160-240 мер/м^2). Оптимальна геліотерапія зберігається протягом 4-6 місяців, а норму еритемного опромінювання можна дістати за 20-30 хвилин. У південних районах цієї зони (42,5 -47,5°) влітку УФ-радіація є надмірною, тому геліотерапію доцільно проводити вранці.

Для характеристики режиму УФ радіації зручно користуватись еритемною радіацією, тобто оціненою за її еритемною дією. Потужність еритемної радіації прийнято виражати в ерах. Один ер – умовний ватт – відповідає еритемній ефективності (максимальній) монохроматичної УФ радіації довжиною хвилі 0,297 мкм, потужністю 1 Вт. На практиці, зазвичай, користуються у 1000 разів дрібнішими одиницями – міліерами (мер). Інтенсивність еритемної радіації виражають у міліерах на квадратний метр (мер/м^2), а відповідні дози – у міліерах-годинах на квадратний метр (мер·год/м^2). У кліматотерапії прийнято вважати, що для одержання граничної еритеми (тобто ледь помітного почервоніння незасмаглої, слабко пігментованої шкіри) потрібна гранична доза (біодоза) 80 мер·год/м^2. Інтенсивність еритемної радіації більше ніж 320 мер/м^2 є небезпечною для здоров'я. Інтенсивність УФ-В при цьому становить 2,75 Вт/м^2 .

У річному ході найбільші значення УФ радіації припадають, як правило, на червень – липень. Так, за даними станції Карадаг, максимум інтенсивності ультрафіолетової радіації спостерігається у липні (2,06 Вт/м^2), а мінімум – у грудні (0,19 Вт/м^2). Найбільша інтенсивність

УФР спостерігається саме у місяці можливої геліотерапії – з березня по вересень [8].

Таким чином, вплив метеорологічних факторів на здоровий і хворий організм людини може бути сприятливим і несприятливим в залежності від сили їх дії і адаптивних властивостей організму.

2.3 Комплексні характеристики для оцінки впливу погоди на організм людини

Для оцінки біоклімату найчастіше застосовуються комплексні показники, які відбивають тепловий стан людини, оскільки клімат і погода впливають, насамперед, на термічний режим організму і його функціональна діяльність багато в чому залежить від умов теплообміну з навколишнім середовищем. Ці показники дозволяють оцінити біокліматичні ресурси конкретних територій, визначити їхній рекреаційний потенціал, розв’язати низку окремих задач, пов'язаних з оптимізацією біоклімату.

2.3.1 Система ефективних температур

У біокліматології для оцінки комплексних метеорологічних умов, які визначають тепловідчуття людини, використовується, насамперед, система розрахункових ефективних температур: еквівалентно-ефективних (*ЕЕТ*), радіаційно-еквівалентно-ефективних (*РЕЕТ*) і біологічно активних температур (*БАТ*).

Метод ефективних температур у Радянському Союзі вперше застосовував В.А. Яковенко. Цей метод з моменту появи (у 20-х роках 20-го століття) набув поширення.

Основними метеорологічними чинниками, що впливають на тепловідчуття людини, є температура повітря, його вологість, швидкість вітру і радіаційний обмін із зовнішнім середовищем, у якому основну роль відіграє промениста енергія Сонця і теплове випромінювання найближчих предметів, оточуючих людину, а також випромінювання з поверхні його власного тіла.

Відомо, що однакове тепловідчуття можна зазнавати при різних сполученнях температури і вологості повітря та швидкості вітру.

При повному затишші (v = 0 м/с), відносній вологості f = 100% у тіні теплове відчуття людини залежить тільки від температури повітря t. У цьому випадку при збільшенні температури повітря людина буде відчувати збільшення тепла, а при зниженні температури – охолодження.

У ненасиченому вологою, нерухомому повітрі тепловідчуття буде вже

залежати від комплексного впливу температури і відносної вологості. При низьких температурах повітря збільшення вологості підвищує тепловіддачу з поверхні шкіри і посилює відчуття холоду. При високих температурах збільшення вологості повітря утруднює тепловіддачу з поверхні шкіри шляхом випаровування і тим самим посилює відчуття жари. А при зменшенні вологості посилюється тепловіддача і послабляється відчуття жари. Таким чином, можливі випадки, коли підвищення температури повітря при одночасному зниженні його вологості не змінює тепловідчуття людини. І навпаки, при одній і тій же температурі повітря, але різній вологості тепловідчуття буде змінюватись.

У рухомому повітрі (при вітрі) інтенсивність тепловіддачі з поверхні тіла, а отже, і тепловідчуття будуть залежати не тільки від температури і вологості повітря, але і від швидкості вітру, що значно посилює тепловіддачу.

Дослідним шляхом встановлена низка сполучень температури, відносної вологості і швидкості вітру, при яких ефект впливу на величину тепловіддачі і тепловідчуття буде однаковим. Наприклад, аналогічні тепловідчуття виникають при:

– температурі повітря 18,0 ˚С, відносній вологості 100% і штилі;

– температурі повітря 24,5 ˚С, відносній вологості 100% і швидкості вітру 2 м/с;

– температурі повітря 28,0 ˚С, відносній вологості 50% і швидкості вітру 3 м/с;

– температурі повітря 31,0 ˚С, відносній вологості 10% і швидкості вітру 5 м/с.

Таким чином, еквівалентно-ефективна температура – це така температура, за якої у нерухомому і насиченому вологою повітрі тепловідчуття людини таке ж, як при заданому сполученні температури повітря, відносної вологості і швидкості вітру.

Тепловідчуття одягненої й оголеної людини за однакових метеорологічних умов різне, тому розроблено дві шкали *EET* – “основна шкала” для оголеної людини (еквівалентно-ефективна температура *EET*) і “нормальна шкала” для людини, одягненої в звичайний, стандартний одяг (нормальна еквівалентно-ефективна температура *HEET*).

У біокліматичній практиці доцільно використовувати *HEET*, у курортології для оцінки умов проведення кліматотерапевтичних процедур (аеро- і геліотерапія) – ЕЕТ і РЕЕТ. Оцінку тепловідчуття за допомогою *EET* і *HEET* можна здійснювати тільки у затінених місцях, де на людину не впливає пряма сонячна радіація. Для розрахунку *EET* і *HEET* використовуються формули, розрахункові номограми, таблиці. Номограми для розрахунку *EET* і *HEET* наведено на рисунках 2.1 і 2.2. Формула для

розрахунку *EET*, яку здобув Б.А. Айзенштат на основі номограми для оголеної людини, має вигляд

$$EET = t\left[1 - 0{,}003\left(100 - f\right)\right] - 0{,}385\, v_2^{0{,}59}\left[\left(36{,}6 - t\right) + 0{,}622\left(v_2 - 1\right)\right] +$$

$$+ \left[\left(0{,}0015\, v_2 + 0{,}0008\right)\left(36{,}6 - t\right) - 0{,}0167\right]\left(100 - f\right), \qquad (2.2)$$

де v_2 – швидкість вітру на висоті 2 м.

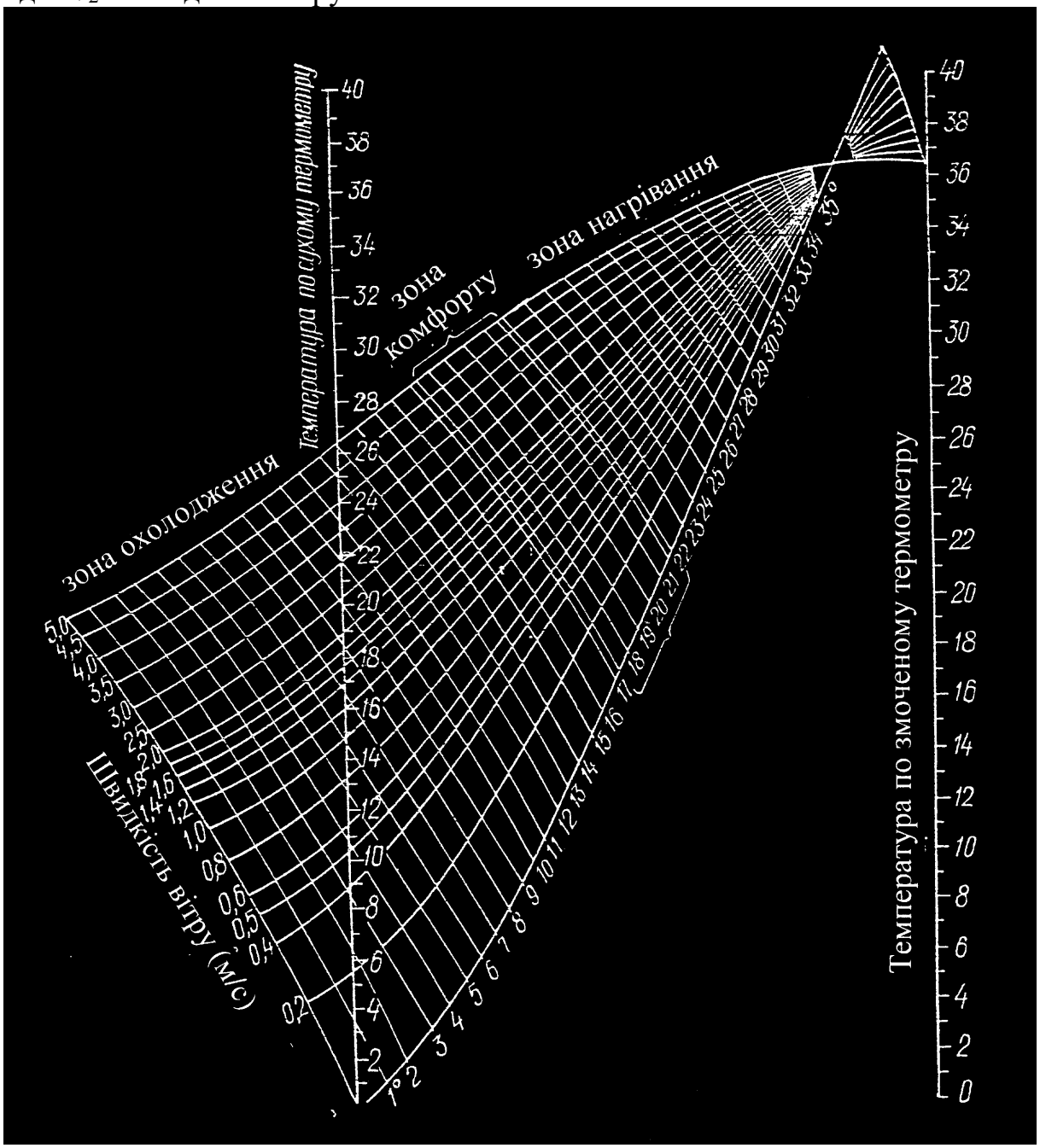


Рисунок 2.1 – Номограма для визначення *EET* за основною шкалою

Нормальна еквівалентно-ефективна температура розраховується за

формулою Місенарда

$$HEET = 37 - \frac{37 - t}{0{,}68 - 0{,}0014\,f + \dfrac{1}{1{,}76 + 1{,}4 \cdot v_2^{0{,}75}}} - 0{,}29\,t\left(1 - \frac{f}{100}\right). \qquad (2.3)$$

EET розраховуються на основі даних стандартних метеорологічних спостережень.

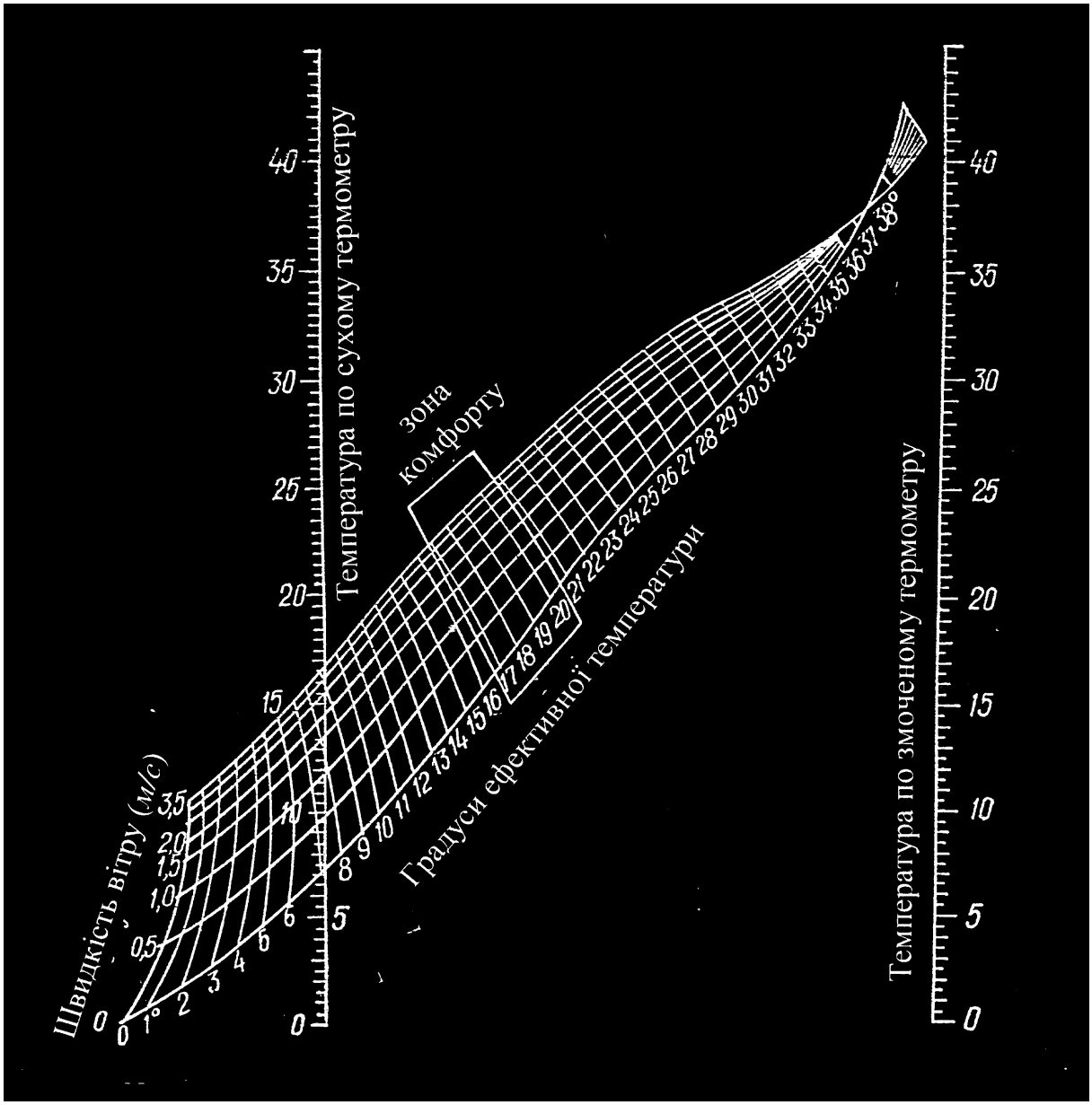


Рисунок 2.2 – Номограма для визначення *HEET*

Для визначення *HEET* дуже зручно використовувати таблиці, складені Н.А. Ремизовим. Маючи дані по температурі повітря, швидкості вітру і

відносній вологості, можна знайти відповідне значення *HEET* для нормально одягненої людини.

У середині межі еквівалентно-ефективних температур, за яких більшість людей почувають себе комфортно щодо тепловідчуття, тобто не відчувають ні мерзлякуватості, ні зайвого тепла, називаються “зонами теплового комфорту” чи “зонами комфорту”. Межі цієї зони строго кажучи, різні для кожного індивідуума; вони залежать від його віку, статі, професії, ступеня загартованості, стану нервової системи, стану системи кровообігу і загального стану здоров'я. Навіть для тої ж самої людини ці межі в різні дні можуть бути різними. Вони залежать і від розходження у фізико-географічних умовах курорту і місцевості, звідки прибула людина, а також від пори року, що пов'язано з адаптацією людини до термічних умов місцевості або сезону.

Проте встановлені середні межі *EET*, у яких більшість людей не зазнає дискомфортного тепловідчуття (іноді для кожного курорту свої). Зона комфорту за основною шкалою для здорових людей знаходиться в межах 17,3-21,7 ˚С значень *EET*, однак для середньої смуги, Сибіру і Далекого Сходу зона комфорту припадає на інтервал 13,5-18 ˚С. Значення *EET*, менші від нижньої межі зони комфорту, відповідають зоні переохолодження, а більші за верхню межу – зоні перегріву. Н.З.Михайловим запропонована класифікація кліматотеравпетичних процедур, побудована на принципах комплексної кліматології. Ця класифікація використовується в практиці кліматолікування. Наведемо її (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація повітряних ванн за повітряно-теплових умов

Градації *EET*,˚С	Найменування
1 – 8	холодні
9 – 16	помірно-холодні
17 – 20	прохолодні
21 – 22	індиферентні (комфортні)
23 – 27	теплі
> 27	жаркі

За тривалістю періоду зони комфорту можна судити про кліматичні ресурси місцевості. І.В. Бутьєва виділила 4 зони комфорту в залежності від повторюваності *EET* у межах 17-22 ˚С: мінімальний комфорт (< 30% днів на місяць), достатній комфорт (30-50%), оптимальний комфорт (50-70%), максимальний комфорт (> 70%).

У хворих людей межі зон комфорту порушуються. При певних значеннях *ЕЕТ* повітряні ванни рекомендовано людям з такими захворюваннями:

ЕЕТ ≥ 22 ˚С – хворим, які знаходяться на постільному режимі,

ЕЕТ ≥ 20 ˚С – при ревматичному пороці серця,

ЕЕТ ≥ 19 ˚С – при гіпертонічній хворобі 2-го ступеня,

ЕЕТ ≥ 17 – 18 ˚С – при ішемічній хворобі серця,

ЕЕТ ≥ 16 – 17 ˚С – при бронхіальній астмі в легкій формі,

ЕЕТ ≥ 12 – 15 ˚С – при анемії з явищами загальної слабкості, різних формах туберкульозу і т.ін.

Якщо в процесі лікування загартованість організму підвищується, гранична *ЕЕТ* може бути знижена.

Зона комфорту по *НЕЕТ* знаходиться в межах 16,7 – 20,6 ˚С.

Для південного узбережжя Криму зона комфорту, яка рекомендується для здорових людей, – від 13,5 до 18,0 ˚С. Однак В.Ю. Мілевський вважає, що для теплого періоду року на європейській частині Росії більш прийнятна зона комфорту від 10 до 18 ˚С. Збільшення діапазону комфорту майже удвічі він пояснює великою мінливістю кліматичних умов навіть протягом теплого періоду року і відповідною адаптацією до неї населення середньої смуги.

У біокліматології температурні шкали дуже популярні, незважаючи на необґрунтованість їх з фізичної точки зору.

Слід зазначити, що в аридній зоні період з несприятливими біотермічними умовами значно стійкіший і триваліший, ніж в інших зонах, оскільки у денні години переважають умови жаркого дискомфорту. Так, в Ашхабаді вдень значення еквівалентно-ефективної температури нерідко можуть досягати 30 ˚С – значення, взятого за межу витривалості.

Біотермічні умови на Чорноморському узбережжі, у Криму і на Кавказі м’якші. Відчуття перегріву в тіні (*ЕЕТ* > 21˚С) спостерігається переважно в липні, зазвичай, з 11 до 16 години.

У районах з помірним і холодним кліматом особливо важливе значення при оцінці біотермічних умов має врахування вітрового режиму, тому що саме в діапазоні порівняно низьких додатних температур навіть невеликі швидкості вітру можуть помітно посилити відчуття холодового дискомфорту. При температурі повітря, яка перевищує 18 ˚С, посилення вітру не спричиняє різкого охолоджувального ефекту, а при температурі >25 ˚С воно відіграє позитивну роль, пом'якшуючи стан перегріву.

Радіаційно-еквівалентно-ефективна температура (*РЕЕТ*) враховує вплив на людину чотирьох метеорологічних факторів: температури повітря, відносної вологості, швидкості вітру і сонячної радіації.

РЕЕТ можна розрахувати за формулою Г.В. Шелейховського

$$PEET = 125\lg\left[1+0{,}02t+0{,}0001(t-8)(f-60)- \right.$$
$$\left. -0{,}0045(33-t)\sqrt{v_2}+0{,}185\rho\right], \qquad (2.4)$$

де ρ – поглинена поверхнею тіла сонячна радіація (кВт/м^2),

ρ = Q (1 – $A_ш$);

Q – інтенсивність сумарної сонячної радіації;

$A_ш$ – альбедо шкіри людини (0,28 для непігментованої шкіри і 0,11 – для пігментованої).

PEET розраховуються на основі даних стандартних метеорологічних і актинометричних спостережень.

PEET можна визначити і з номограми. Для цього спочатку обчислюється *EET* і величина поглиненої тілом людини сонячної радіації, а потім визначають за допомогою номограми відповідне значення *PEET* (рис. 2.3).

Класифікація *PEET* характеризує можливості геліотерапії. Геліотерапія – застосування сонячних променів з лікувальною і профілактичною метою.

Для геліотерапії хворих з певними формами захворювань розроблено оптимальні теплові умови, які характеризуються величиною *PEET*:

PEET = 17 – 29 ˚С – при гіпертонічній хворобі 1-ї стадії,

PEET ≤ 26 ˚С – хворим з ішемічною хворобою серця,

PEET ≤ 29 ˚С – при затяжній і хронічній пневмонії 1-ї стадії, хронічному бронхіті 1-ї стадії і т.ін.

Геліотерапія протипоказана при всіх захворюваннях у гострій стадії й у період загострення, при кровотечах, виснаженні, злоякісних і доброякісних пухлинах, формах туберкульозу легенів, які прогресують, тощо.

Геліотерапія показана при всіх проявах гіповітамінозу D, при низці шкірних захворювань, ранах, які погано гояться, виразках, переломах кісток тощо.

Як профілактичний та загартовуючий засіб геліотерапія може призначатися всім практично здоровим людям.

Біологічно активна температура (*БАТ*) враховує вплив комплексу таких метеорологічних величин: температури повітря, відносної вологості, швидкості вітру, сумарної сонячної радіації і довгохвильової радіації від підстильної поверхні, атмосфери і всіх навколишніх предметів (стін будівель, зелених насаджень, водойм і т.ін.). Потоки довгохвильової радіації, що надходять до тіла людини, майже цілком (≈ 95%) поглинаються поверхневими тканинами, трансформуються в тепло й у такий спосіб беруть участь у нагріванні організму. Відомо, що інтенсивність теплового випромінювання безпосередньо залежить від

температури випромінюючої поверхні, зростаючи з її підвищенням (закон Стефана – Больцмана).

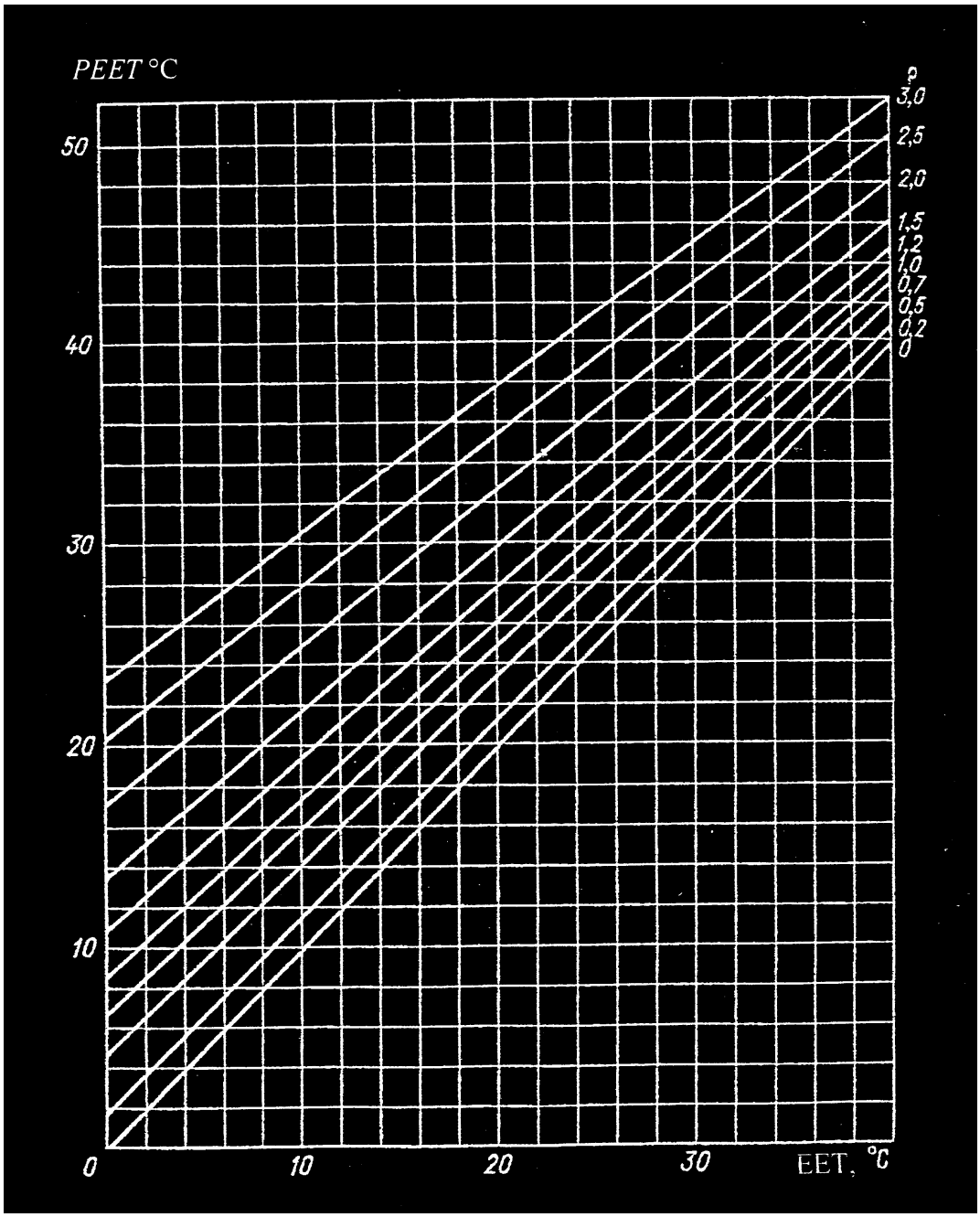


Рисунок 2.3 – Номограма для визначення *PEET*

Біологічно активну температуру можна розрахувати за формулами

$$ÁÀÒ = 0{,}8\,ÅÅÒ + 9 \tag{2.5}$$

або

$$ÁÀÒ = 0{,}8\,ÐÅÅÒ + 6. \tag{2.6}$$

Межі тепловідчуття людини за *БАТ*: оптимальна – від 10 до 22 ˚С, низька – < 10 ˚С і висока – > 22 ˚С.

Одним з недоліків ефективних температур є те, що не існує фізіологічного обґрунтування різних градацій цих температур для різних географічних районів. Крім того, усі розрахунки, проведені на основі ефективних температур, стосуються нерухомої людини. Тому їх не можна використовувати для характеристики активної рекреаційної діяльності.

2.3.2 Ентальпія повітря

Ентальпія повітря E – міра загальної тепломісткості повітря, що поєднує в одну комплексну величину температуру і вологість повітря. Вона характеризує тепломісткість повітря і теплообмін організму.

Розрахункова формула для середніх добових значень ентальпії має вигляд

$$E_{доб} = c_p \bar{t}_{доб} + \left(L + c'_p \bar{t}_{доб}\right) \bar{S}, \qquad (2.7)$$

де c_p – питома теплоємність сухого повітря $c_p = 1$ кДж/(кг·К);

$\bar{t}_{доб}$, $\bar{s}$ – середні добові значення відповідно температури повітря і відношення суміші, $s = 0{,}622\ e/(P - e)$,

e – парціальний тиск водяної пари;

L – питома теплота пароутворення, при $t = 0$˚С $L = 2501$ кДж/кг;

c'_p – питома теплоємність водяної пари $c'_p = 1{,}85$ кДж/(кг К).

Середнє місячне значення ентальпії можна розрахувати за формулою

$$E_{міс} = c_p \bar{t} + 0.622\left(L + c'_p \bar{t}\right)\frac{\bar{f}\ E\ (\bar{t})}{\bar{P}} + c'_p\ r_{t\,f}\ \sigma_t \sigma_f, \qquad (2.8)$$

де $\bar{t}, \bar{P}, \bar{f}$ – середні місячні значення температури повітря, атмосферного тиску і відносної вологості в частках одиниці;

$E(t)$ – тиск насичення повітря при середній місячній температурі;

r_{tf} – коефіцієнт кореляції між добовими значеннями температури повітря і відносної вологості.

Найвищі літні значення ентальпії мають місце на межах вод жарких пустель, на території тропічних джунглів і в деяких районах Тихого океану. На території СНД це, насамперед, Закавказзя й узбережжя Каспійського моря.

Д. Бразол установив значення ентальпії, яке є кліматичним оптимумом для всієї земної кулі і становить 40 кДж/кг.

2.3.3 Жарка і задушлива погода

У біокліматології існують методи оцінки жаркої і задушливої погоди. Установлено, що така погода спричиняє негативні реакції в організмі людини, пов'язані з порушенням терморегуляції.

Жарким вважається день, коли максимальна температура повітря досягає 25,0 – 29,9˚С.

Дуже жарким або “тропічним” називається день, коли максимальна температура $t_{max} \geq 30$ ˚С.

Задушливим прийнято вважати день, коли парціальний тиск водяної пари e хоча б в один зі строків метеорологічних спостережень досягав або перевищував 18,8 гПа.

М.М. Акимович і О.А. Балалла запропонували класифікацію задушливої погоди за балами інтенсивності духоти в залежності від парціального тиску водяної пари.

За значеннями температури повітря і відносної вологості складена номограма (рис. 2.4) для визначення інтенсивності духоти.

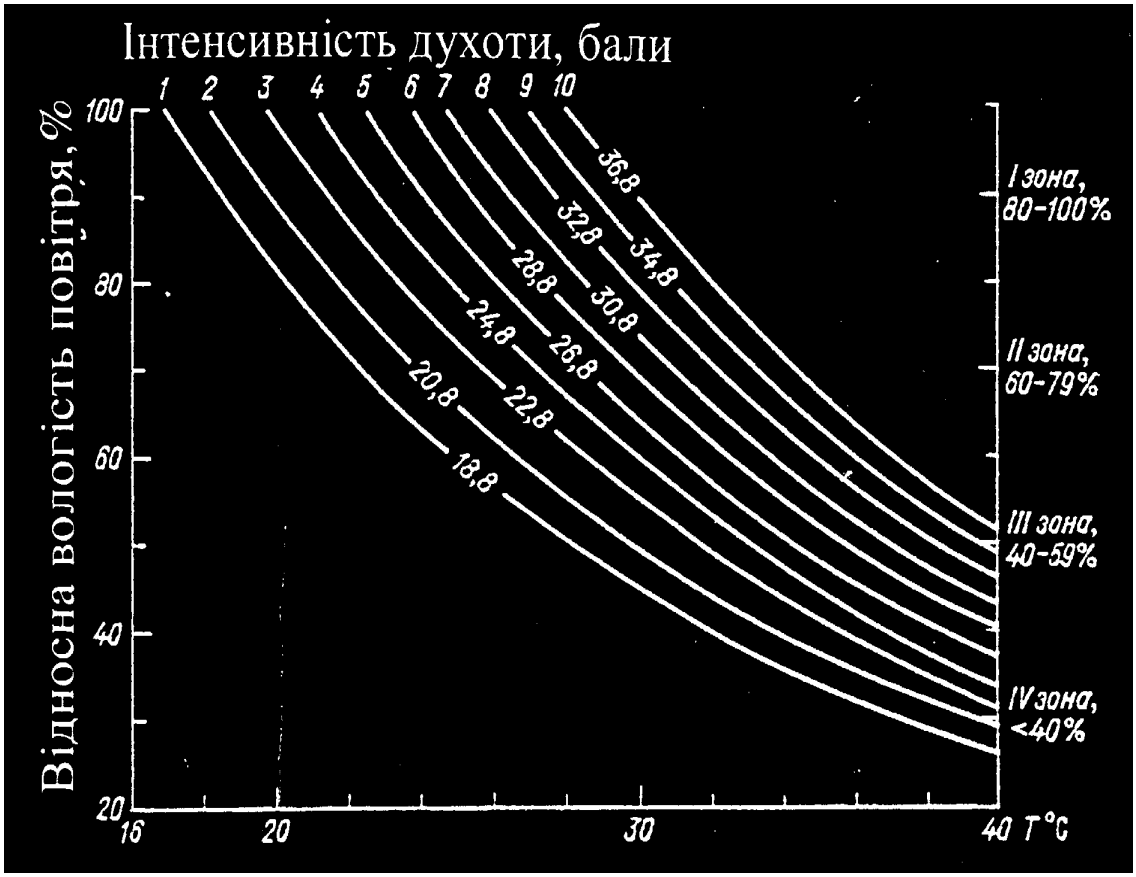


Рисунок 2.4 – Номограма для визначення інтенсивності духоти

По осі абсцис відкладена температура повітря, по осі ординат –

відносна вологість. У полі графіка – похилі лінії, що являють собою ізолінії парціального тиску водяної пари, проведені через 2 гПа, починаючи з критичного, яке відповідає початку відчуття духоти (> 18,8 гПа). Однак, оскільки кожному балу духоти відповідає великий діапазон зміни температури і відносної вологості повітря, то весь діапазон їхнього коливання поділений ще на чотири зони в залежності від відносної вологості повітря: 1-а зона – 80 – 100%, 2-а – 60 – 70%, 3-я – 40 - 59%, 4-а – менше 40%. Перша зона характеризується найвищою вологістю повітря і найнижчими температурами. У кожній наступній зоні відносна вологість зменшується, а температура зростає.

За допомогою наведеної діаграми за сполученням температури повітря і відносної вологості можна визначити бал і зону інтенсивності духоти при оцінці біотермічних ресурсів.

Біологічний ефект впливу погоди залежить не тільки від коливань метеорологічних величин, але і від тривалості впливу погоди. Тому підраховується не тільки число жарких і дуже жарких днів, задушливих днів і ночей, але і кількість серій з різною тривалістю днів у кожній серії.

Серія жарких, дуже жарких і задушливих днів – це три і більше названих сусідніх дні. Серії впливають на організм людини більш шкідливо, ніж окремі дні.

Слід зазначити, що в біокліматології визначається і такий показник, як задушлива ніч. Критерієм задушливої ночі є високий вологовміст повітря, що дорівнює 18,8 гПа, який зафіксовано хоча б в один з нічних строків спостереження при температурі повітря близькій до 20,0˚С.

Якщо вночі температура повітря не опускається нижче 20˚С, то такі ночі називають тропічними. Такі ночі бувають не тільки в тропіках, але й у помірних широтах. Наприклад, на берегах Балтійського моря тропічні ночі можуть спостерігатися 1 раз у 20 років. В Одесі ж вони спостерігаються майже щорічно. Тропічні ночі шкідливо діють на людину, спричиняючи безсоння, порушення кровообігу, теплові удари.

За жаркої і задушливої погоди, природно, виникає потреба в прохолоді (*ППП*). Умови нульової потреби у прохолоді створюються тоді, коли еквівалентна температура *ЕТ* = 55˚С. У випадку, коли *ЕТ* > 55˚С, потребу в прохолоді (у балах) можна розрахувати за формулою

$$\begin{aligned} ППП &= (ЕТ - 55) \cdot 0{,}24, \\ ЕТ &= t + 1{,}57\,e. \end{aligned} \qquad (2.9)$$

Найбільша потреба в прохолоді, яка дорівнює 7,5 бали, характерна для Каліфорнійської затоки, низов'їв ріки Амазонки, Червоного моря, узбереж Сомалі, Перської затоки. Потреба в прохолоді, яка становить 10 балів, визначена для узбереж Бенгальської затоки і Південно-Китайського моря.

2.3.4 Показники дискомфорту

Вплив температури і вологості повітря, температури і швидкості вітру на тепловідчуття людини можна виразити через показники дискомфорту.

Для території України Л.З. Прох запропонував номограму комфорту (рис. 2.5). Знаючи середні місячні значення температури і відносної вологості повітря, можна оцінити період комфортності протягом року.

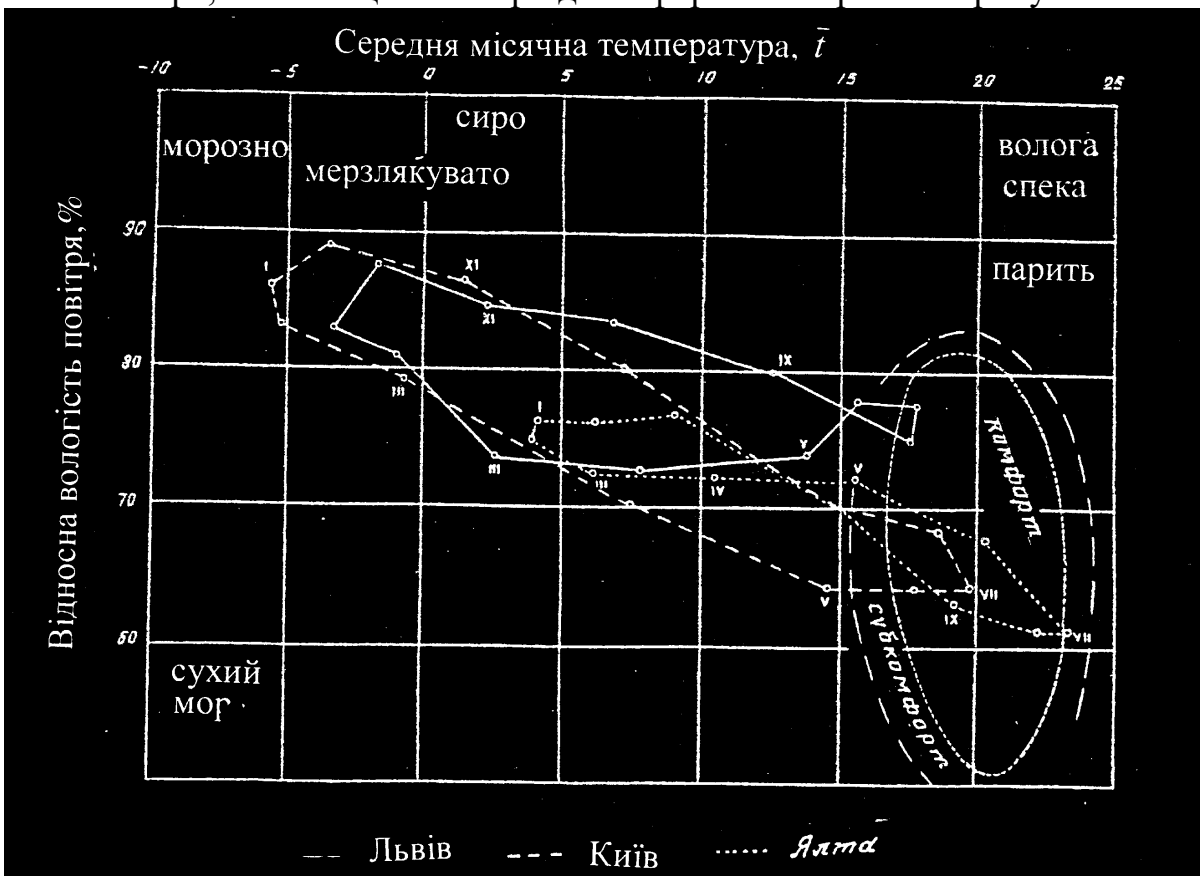


Рисунок 2.5 – Номограма комфорту

Дуже впливає на охолодження організму людини швидкість вітру. Оскільки вітер викликає додаткове охолодження, при низькій температурі підвищення швидкості вітру збільшує дискомфортність. Для розрахунку охолоджень з урахуванням швидкості вітру Сиволл запропонував емпіричну формулу

$$C_W = \left(0{,}21 + 0{,}17 v^{0{,}62}\right)\left(0{,}98 - t\right). \qquad (2.10)$$

При C_W < 20 відчувається дискомфорт. Якщо C_W = 7 працююча людина дістає тепловий удар. У стані спокою тепловий удар настає при C_W = 1.

Температурно-вологістний режим літнього періоду можна визначити по номограмі, наданій на рис. 2.6.

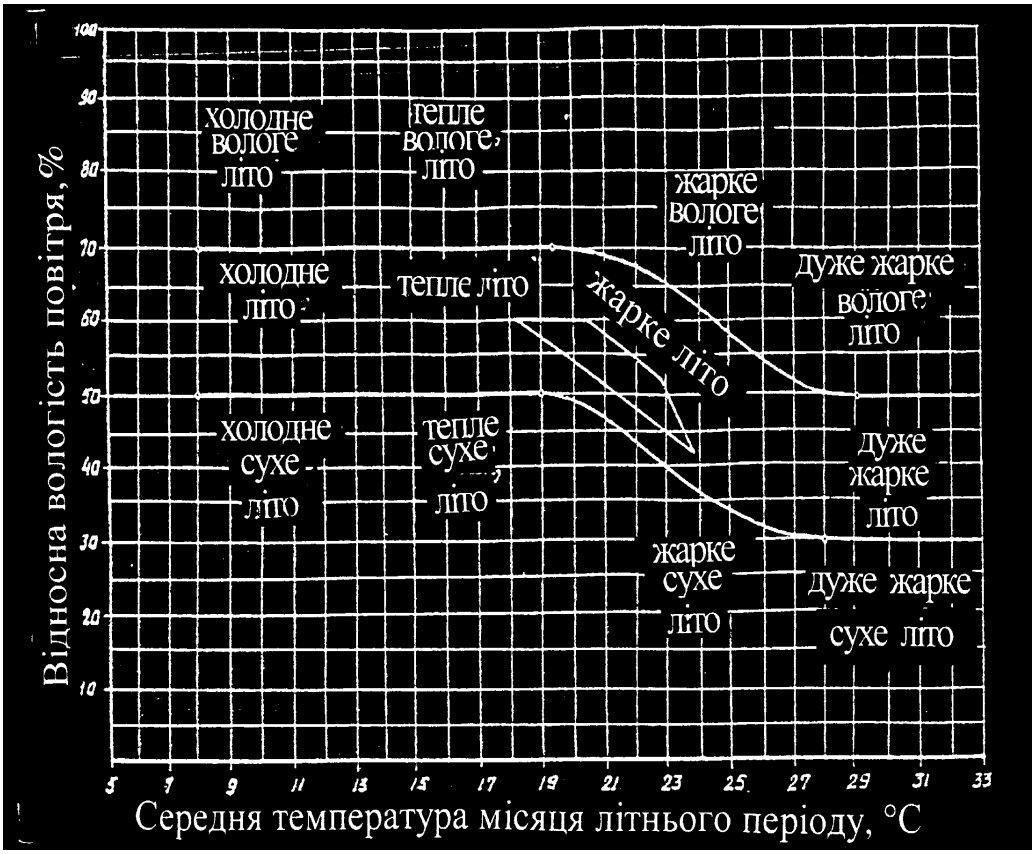


Рисунок 2.6 – Номограма температурно-вологістного режиму у літній період

2.3.5 Показники суворості погоди

Одним з найчастіше використовуваних методів оцінки суворості погоди в зимовий сезон є метод Бодмана. Ступінь суворості (жорсткості) погоди S у балах він запропонував визначати за наступною формулою:

$$S = (1 - 0{,}04\,t)(1 + 0{,}272\,v). \qquad (2.11)$$

За одиницю прийняті умови при t = 0°С і штилі. Згідно з формулою Бодмана взимку у центрі Якутії погода менш сувора, ніж у північних районах, де температура помітно вища. Розходження в суворості досягає двох балів.

Класифікація суворості зим виконується за такими градаціями суворості:

S	характеристика зими
< 1,0	несувора, м'яка
1,0 – 2,0	малосувора
2,1 – 3,0	помірно-сувора
3,1 – 4,0	сувора
4,1 – 5,0	дуже сувора
5,1 – 6,0	жорстко сувора
> 6,0	украй сувора

Основний недолік цього методу полягає в тому, що він не обґрунтований фізіологічно і не відбиває реакції організму людини на різні сполучення температурно-вітрового режиму.

Надалі формула Бодмана була уточнена І.М. Осокіним. Він увів три поправкових коефіцієнти і трохи змінив константи перед температурою повітря і швидкістю вітру:

$$S = (1 - 0{,}006t)(1 + 0{,}20v)(1 + 0{,}006H)K_B\, A_C\,, \qquad (2.12)$$

де H – висота над рівнем моря, м;

K_B – коефіцієнт, який враховує вплив відносної вологості на суворість погоди;

A_C – коефіцієнт, який враховує вплив добової амплітуди температури повітря на суворість погоди.

Значення поплавкових коефіцієнтів K_B і A_C за І.М. Осокіним надано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення поправочних коефіцієнтів K_B і A_C

Відносна вологість, %	K_B	Добова амплітуда,°С	A_C
1	2	3	4
до 60	0,9	≤ 4,0	0,85
61 – 70	0,95	4,1 – 6,0	0,90
71 – 80	1,00	6,1 – 8,0	0,95
81 – 90	1,05	8,1 – 10,0	1,00
> 90	1,10	10,1 – 12,0	1,05
-	-	12,1 – 14,0	1,10
-	-	14,1 – 16,0	1,15
-	-	16,1 – 18,0	1,20
-	-	> 18,0	1,25

Для класифікації суворості зим беруться такі градації суворості:

S < 1,0	–	зима несувора, м'яка;
S = 1,0 – 2,0	–	малосувора;
S = 2,1 – 3,0	–	помірно-сувора;
S = 3,1 – 4,0	–	сувора;
S = 4,1 – 5,0	–	дуже сувора;
S = 5,1 – 7,0	–	жорстко-сувора;
S > 7,0	–	вкрай сувора.

Слід зазначити, що це уточнення не є вдалим. Наприклад, відповідно до розрахунків за формулою Осокіна, Москва і Кисловодськ характеризуються однаковим помірно-суворим зимовим кліматом, що зовсім не відповідає дійсності.

Вплив від'ємних температур повітря і швидкості вітру на тепловий стан оцінюється також за допомогою вітро-холодового індексу Сайпла, який розраховується за такою формулою:

$$W = \left(37{,}7 + 45{,}7\sqrt{v} - 4{,}2v\right)\left(33 - t\right), \qquad (2.13)$$

де v – швидкість вітру на висоті 2,0 м, м/с;

W – вітро-холодовий індекс, кДж/(м^2·год).

Оцінка тепловідчуття проводиться за такою шкалою: 2514 кДж/(м^2·год) – прохолодно; 3352 – холодно; 4190 – дуже холодно; 5028 – жорстко холодно; 10475 – нестерпно холодно.

Вітро-холодовий індекс Сайпла краще, ніж попередні показники, відбиває відчуття холоду, якого зазнає людина, хоча і він не має серйозного наукового обґрунтування.

І.І. Арнольді в результаті експедиційних досліджень у деяких районах Крайньої Півночі запропонував свій коефіцієнт жорсткості погоди Т. Відповідно до нього, збільшення швидкості вітру на 1 м/с умовно прирівнюється до зниження температури повітря на 2˚С

$$T = t - 2v. \qquad (2.14)$$

І.І. Арнольді встановив чіткий зв'язок між збільшенням жорсткості погоди і зниженням температури шкіри щоки у людей, які працюють на відкритому повітрі взимку. Відповідно до наведеної формули, погода, оцінена в 30 балів жорскості, обмежує перебування і проведення робіт на відкритому повітрі, а у 45 балів – робить його неприпустимим.

В.І. Русанов, аналізуючи існуючі показники суворості погоди,

відзначає практичну цінність застосування коефіцієнта Арнольді, оскільки стійкість людини до впливу низьких температур у кінцевому рахунку визначається незахищеністю одягом частин тіла. При цьому він вважає, що залежність між швидкістю вітру і його охолоджувальною властивістю підпорядковується нелінійному закону, як це випливає з методу Арнольді, а параболічному, тобто холодове навантаження на людину істотно збільшується при швидкості вітру до 5 м/с і повільнішає при великих швидкостях.

Увівши виправлення на нелінійність впливу швидкості вітру на охолодження людини, величину, яка характеризує ступінь суворості погоди, В.І. Русанов назвав умовною температурою і використовував її в класифікації погоди моменту для медико-географічної оцінки клімату в холодну пору року.

Для оцінки впливу погоди на людину у зимовий сезон використовується і метод зведених температур, запропонований В.Н. Адаменко і К.Ш. Хайрулліним [1]. Під зведеними температурами вони розуміють температуру повітря при штилі. Цей метод дозволяє оцінити ступінь дискомфорту за формулою

$$t_{зв} = t - 8{,}2\sqrt{v}, \tag{2.15}$$

де $t_{зв}$ – зведена температура, ˚С.

При розрахунку зведеної температури, крім швидкості вітру, може враховуватись і сонячна радіація, що пом’якшує ступінь дискомфорту

$$t_{зв} = t - 8{,}2\sqrt{v} + \frac{R_0}{\kappa}, \tag{2.16}$$

де R_0 – радіаційний баланс поверхні тіла людини;

$$\kappa = 0{,}04 + 0{,}01\sqrt[3]{e^v}\ . \tag{2.17}$$

К.Ш. Хайруллін вважає, що відчутний результат радіаційна добавка дає лише в ті місяці, коли висота сонця опівдні становить 15˚ і більше.

Ця методика дозволяє оцінити можливість виконання різного виду робіт або просто перебування на відкритому повітрі в зимовий період. Автори цього методу запропонували граничне значення зведеної температури за ступенем несприятливого впливу на тепловий режим людини:

– $t_{зв} > -17$ ˚С – ніяких обмежень для перебування людей на відкритому повітрі;

– $t_{зв} < -17$ ˚С – часткове обмеження перебування на відкритому

повітрі тільки ослаблених людей або людей з розладом серцево-судинної системи;

– $t_{зв} < -28$ ˚С – умови слабкого дискомфорту; при перебуванні на відкритому повітрі в русі або на роботі необхідний 10-15-хвилинний обігрів у теплому приміщенні через кожні 40-50 хвилин;

– $t_{зв} < -38$ ˚С – умови жорсткого дискомфорту, при якому можливе обмороження обличчя навіть з короткочасною появою на вулиці; потрібно скоротити час перебування на відкритому повітрі або робочий час на 30% проти звичайного;

– $t_{зв} < -42$ ˚С – умови жорсткого дискомфорту, коли необхідно повне припинення перебування і виконання будь-якої роботи на повітрі.

Серед усіх розглянутих показників, які характеризують біоклімат холодної пори року, у практиці курортології і містобудування найбільш розповсюдженим є метод Бодмана, хоча в багатьох роботах указувалося на його недосконалість і явну необґрунтованість стосовно до людини.

Для оцінки тепловідчуття людини в зимових умовах, і особливо в районах з континентальним кліматом, можна використовувати умовні температури, запропоновані І.І. Арнольді і В.І. Русановим, і зведені температури, запропоновані В.Н. Адаменко і К.Ш. Хайрулліним.

Контрольні запитання

Що таке метеотропні реакції?

Дайте визначення метеолабільності.

Назвіть види метеотропних захворювань.

Назвіть головні механізми тепловіддачі з поверхні тіла людини.

Як впливає на організм людини міждобова мінливість температури повітря?

Яка відносна вологість повітря є комфортною для здорових людей?

За якої відносної вологості відбувається більша кількість нападів у хворих на серцево-судинні хвороби?

Як протягом року змінюється фізіологічний дефіцит вологості повітря? Поясніть причини.

Як фізіологічний дефіцит вологості повітря залежить від висоти над рівнем моря? Дайте пояснення.

Як впливає атмосферний тиск на організм людини?

Яке значення міждобової мінливості атмосферного тиску вважається шкідливим для людини?

Коли виникає у людини гірська хвороба та її ознаки?

При якій міждобовій зміні атмосферного тиску існує тісний зв’язок зі збільшенням викликів швидкої допомоги з приводу серцево-

судинних захворювань?
Яка частина спектра сонячної радіації має найбільшу біологічну активність?
Які довжини хвиль сонячного випромінювання найглибше проникають у тканини організму людини?
До чого може призвести надлишкове опромінення поверхні тіла людини?
Що таке засмага та її види?
В яких одиницях вимірюється еритемна радіація?
Чому дорівнює інтенсивність еритемної радіації, небезпечної для здорової людини?
Що розуміють під терміном «система ефективних температур»?
Що таке еквівалентно-ефективна температура?
Вплив яких метеорологічних величин враховують еквівалентно-ефективна та радіаційно-еквівалентно-ефективна температури?
У чому полягає практичне застосування *EET* і *PEET*?
За якими шкалами визначається еквівалентно-ефективна температура?
Що таке зона комфорту?
Від чого залежать межі зони комфорту?
Як можна оцінити кліматичні ресурси місцевості за І.В. Бутьєвою?
Що таке геліотерапія? Кому вона рекомендована, а кому протипоказана?
Вплив яких метеорологічних величин враховує біологічно активна температура?
Фізичний сенс ентальпії повітря?
Який день вважається жарким і дуже жарким?
Що таке задушливий день?
Для чого використовують показник Бодмана?
Вплив яких факторів характеризує індекс Сайпла?
Що розуміють під зведеною температурою? Як її застосовують на практиці?
Які метеорологічні величини враховуються при розрахунку зведеної температури?

3 ДЕЯКІ ГЕОФІЗИЧНІ ФАКТОРИ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ

3.1 Парціальна густина кисню

Дія атмосферних факторів на організм людини не обмежується тільки радіаційно-тепловим впливом, а більш складна і багатогранна.

Численні медико-біологічні дані свідчать про пряму залежність кисневої забезпеченості організму від синоптичних і метеорологічних умов, тобто вміст кисню в повітрі на рівнинах не є сталим. У зв'язку з цим В.Ф. Овчарова запропонувала параметр кисню, що міститься у повітрі, – парціальна густина кисню, який можна розрахувати за відомою формулою Клапейрона

$$\rho_{O_2} = 0{,}232\,\frac{P - e}{RT} \quad , \tag{3.1}$$

де R – газова стала сухого повітря;

T – абсолютна температура повітря.

З аналізу формули (3.1) видно, що зростання тиску при незмінній температурі призводить до зростання парціальної густини кисню. При низькому тиску і зростанні температури відбувається зменшення парціальної густини кисню. Отже, при антициклонічній погоді взимку парціальна густина кисню в повітрі найбільша, а при циклонічній – найменша. При проходженні холодного фронту через зниження температури повітря парціальна густина кисню в ньому буде зростати, а при проходженні теплого фронту при цьому ж тиску – навпаки, знижуватися.

Природно, при одній і тій же парціальній густині кисню, яка виникає в одному випадку в період її зростання, а в іншому – при її зниженні, тобто за різної тенденції ходу парціальної густини кисню в атмосферному повітрі, самопочуття хворих, а також фізіологічні реакції, будуть різними.

Добовий хід парціальної густини кисню (рис. 3.1) є простим з одним максимумом о 02-04 годині і мінімумом о 12-13 годині. Характер такого ходу зберігається в усі сезони в різних кліматогеографічних регіонах.

Погодна гіпоксія спостерігається при встановленні області зниженого атмосферного тиску (циклони, улоговини) і при проходженні теплого атмосферного фронту, погодна гіпероксія – при встановленні області підвищеного атмосферного тиску (антициклони, гребені) і при проходженні холодного атмосферного фронту. В залежності від основних метеорологічних величин (температури або тиску) можуть формуватися гіпотермічна чи гіпербарична гіпероксія і гіпертермічна чи гіпобарична

гіпоксія.

Вміст кисню в повітрі від 0,280 до 0,300 кг/м^3 вважається комфортним, при такому вмісті кисню в повітрі людина почуває себе дуже добре.

Зменшення вмісту кисню до 0,200-0,230 кг/м^3 вважається критичним, при такому вмісті його людина відчуває кисневе голодування.

При значеннях парціальної густини кисню менших від критичного настають незворотні структурні зміни, тому що для нормального ходу біологічних процесів велике значення має не тільки забезпечення киснем, але і забезпечення живильними речовинами і звільнення тканин від продуктів обміну.

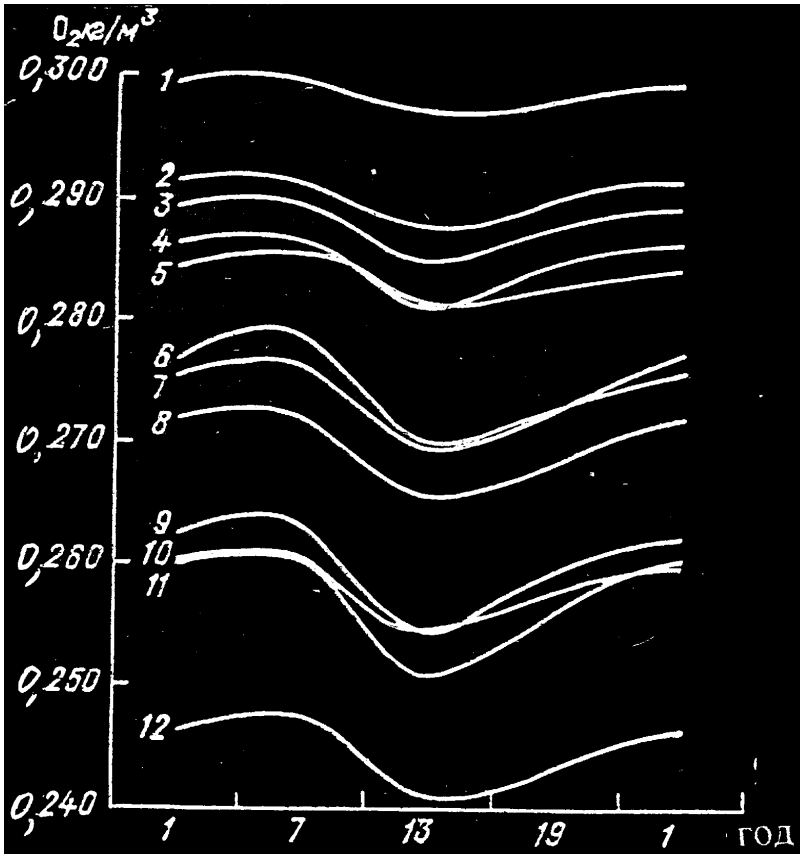


Рисунок 3.1 – Добовий хід парціальної густини кисню в повітрі. Жовтень, 1965 р.
1 – Москва, 2 – Рига, 3 – Фрунзе, 4 – Сочі, 5 – Владивосток, 6 – Байрам-Алі, 7 – Тбілісі, 8 – Ташкент, 9 – Алта-Трійцька копальня, 10 – Душанбе, 11 – Єреван, 12 – Ленінакан

При формуванні вираженої погодної гіпоксії на рівнині виявлено:

– порушення коркової нейродинаміки, перевага тонусу симпатичного

відділу вегетативної нервової системи;

– порушення водно-електролітного обміну і кислотно-основного стану;

– зменшення коефіцієнта використання кисню в легенях.

Парціальну густину кисню можна визначити і по номограмі (рис. 3.2) у залежності від тиску, парціальної густини кисню і температури повітря.

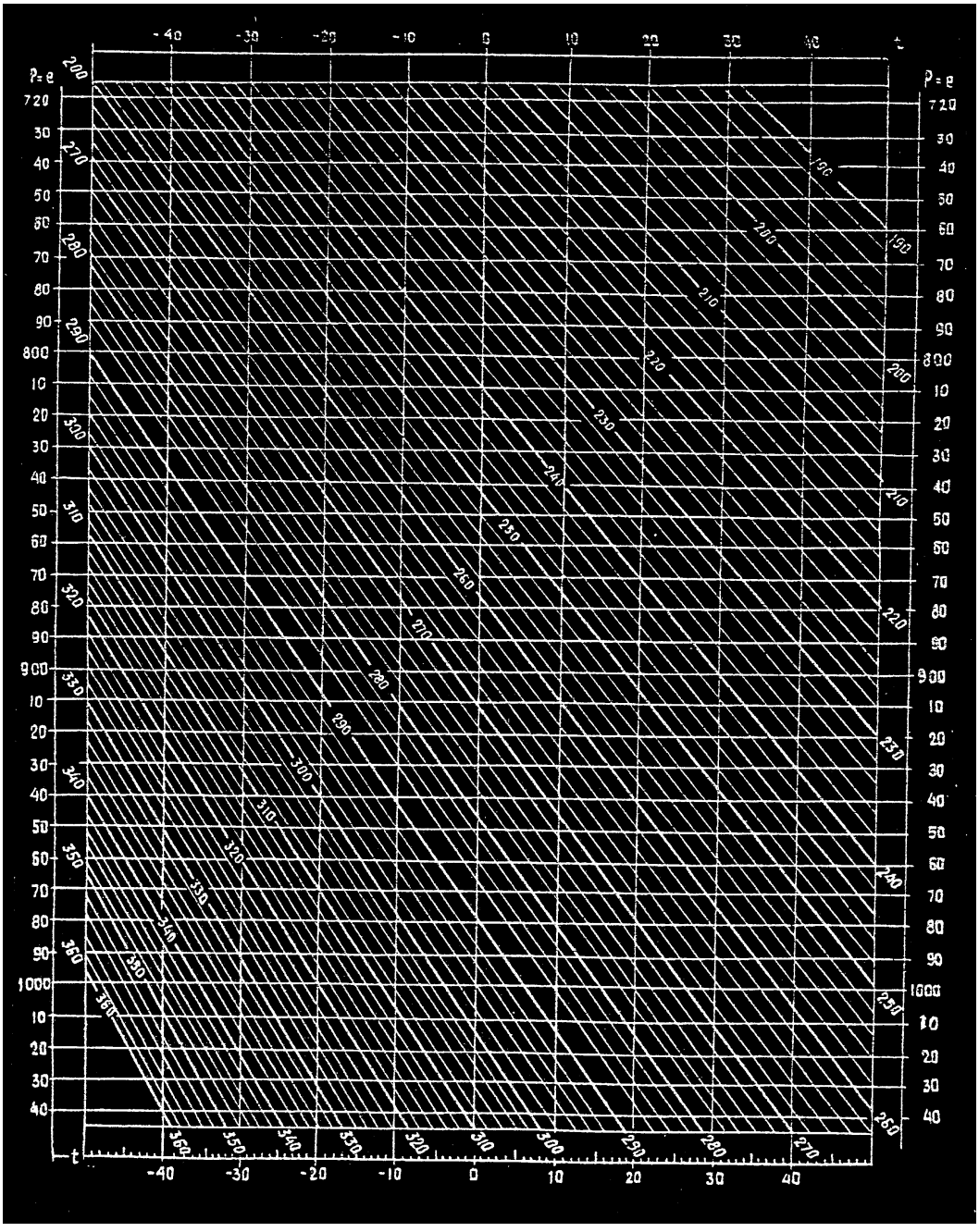


Рисунок 3.2 – Номограма для визначення парціальної густини кисню

Дані про парціальну густину кисню та її мінливості можуть

доповнювати медичну оцінку погоди, уточнюючи її характер з метою визначення сприятливого і несприятливого кліматолікування.

3.2 Тропосферний озон

Озон в атмосфері розподіляється нерівномірно. Майже 90% його міститься у стратосфері і приблизно 10% – у тропосфері. Тропосферний і стратосферний озон хімічно ідентичні. Проте їх роль у земній атмосфері суттєво залежить від висоти розташування.

Стратосферний озон, як вже згадувалось, відіграє визначну роль у поглинанні жорсткої УФ-радіації, що забезпечує достатньо низький і біологічно безпечний рівень цього випромінювання біля земної поверхні.

Тропосферний озон породжує серйозні глобальні екологічні проблеми особливо у приземному шарі повітря, бо саме тут він безпосередньо взаємодіє з живими формами (людиною, твариною, рослиною), проявляючи свої токсичні властивості. Він являє собою речовину, яка належить до першого класу небезпеки. За ступенем токсичності озон перевищує навіть синільну кислоту. Крім того, озон має такі властивості як мутагенність, канцерогенність і є сильним окислювачем, який руйнує тканини, пластмаси, гуму, каучук тощо.

Слід зазначити, що протягом останніх двох-трьох десятиліть кількість тропосферного озону зростає на фоні тенденції зменшення вмісту стратосферного озону. На основі багатьох вимірювань дослідники прийшли до висновку, що сучасне збільшення вмісту озону у тропосфері становить 1-3% на рік і змінюється в залежності від географічного розташування місця. На їхній погляд, зростання концентрації тропосферного озону буде тривати, і у майбутньому становитиме 0,25% на рік.

Основним джерелом озону у тропосфері тривалий час вважався стратосферний озон, який надходить до верхньої і середньої тропосфери в місцях розриву тропопаузи у випадках коливань її висоти.

Але, як показали пізніші дослідження, зростаюча густина озону у нижній тропосфері і, зокрема у приземному шарі, за рахунок збільшення надходження озону із стратосфери – мала. Головною причиною утворення озону у нижній тропосфері тепер вважається дія сонячного випромінювання на конкретні забруднюючі речовини, які надходять до атмосфери з поверхні суші і океанів внаслідок природних причин, а також через виробничу діяльність людини (тобто фотохімічні процеси, які при цьому відбуваються). У першу чергу це такі речовини як окисли азоту, метан, окис вуглецю тощо. Зростання їх концентрації у тропосфері і реакція цих газів з радикалами гідроксилу є найбільш суттєвими чинниками, які визначають і руйнування озону у нижній атмосфері [5].

За деякими даними збільшення концентрації азотних сполук у тропосфері зростає на 1% щорічно. Всього в атмосферу, починаючи з 80-х років, щорічно надходить близько $22 \cdot 10^9$ кг азоту, з якого $2 \cdot 10^9$ кг утворюють блискавки (тобто одною з причин утворення приземного озону є блискавки), 10^{10} кг утворюються біосферою і стільки ж внаслідок виробничої діяльності людини.

Озон є одною з основних складових смогів (його вміст становить 60-75%). До виникнення смогів – димних туманів – призводять хімічні реакції, які відбуваються у повітрі. Причини виникнення смогів наступні: велика кількість пилу і газів, які джерела забруднення міст (автотранспорт, промислові підприємства тощо) викидають у повітря; довге існування інверсійної температурної стратифікації у приземному шарі атмосфери, що притаманна умовам антициклонів.

Виділяють три види смогів. Перший – *вологий смог* (або лондонського типу) – найбільш вивчений. В його основі – сірковий ангідрид (SO_3), сажа і краплі туману. Він характерний для країн з морським кліматом, де висока вологість повітря і часто спостерігаються тумани.

Другий – *льодяний* (або аляскінського типу) – складається з газоподібних забруднювачів, пиловидних частинок сажі і кристалів льоду, які утворюються в результаті замерзання крапель туману і пари опалювальних систем. Він виникає в Арктиці і Субарктиці за низьких температур в антициклонах.

Третій вид смогу – *сухий смог* (або лос-анджелевського типу). Його первинними складовими є оксиди азоту і вуглеводні. Смог утворює тут не туман, а синювату імлу. Накопичення цих первинних забруднюючих речовин під впливом сонячного випромінювання призводить до вторинного забруднення продуктами фотохімічних реакцій.

Повторюваність смогів збільшується. Наприклад, у Лос-Анджелесі смог спостерігається 200 днів на рік. Те ж саме відбувається у містах Японії, Китаю, Південної та Центральної Америки. В Європі вплив смогу відчувають практично всі міста. У деяких містах України (Одесі, Сімферополі, Запоріжжі, Дніпропетровську, Донецьку, Маріуполі та багатьох інших) швидкість фотохімічних реакцій перевищує їх критичну швидкість, при якій утворюється смог, у два і більше разів.

Основною одиницею вимірювання озону є його концентрація $N_{O_ç}$ або кількість молекул в одиничному об'ємі повітря, яка виражається в $м^{-3}$, $дм^{-3}$, $см^{-3}$.

Для характеристики питомої кількості озону використовуються *парціальна густина озону* (або густина озону) і *парціальний тиск озону*. Парціальним тиском озону $P_{O_ç}$ (виражається у мПа) у повітрі називають тиск, під яким знаходився б озон, якби з повітря була видалена решта газів, а об'єм і температура залишились сталими. Парціальна густина озону

часто позначається $\rho_{O_ç}$ і виражається в мкг/м^3. Зв'язок між густиною озону і його парціальним тиском знаходиться за формулою стану ідеального газу

$$\rho_{O_ç} = \frac{\mu_{O_ç} Ð_{î_ç}}{R^* T}, \qquad (3.2)$$

де $\mu_{O_ç}$ – молярна маса озону, яка дорівнює 47,998 кг/моль;

R^* – універсальна газова стала;

T – температура озону, К.

Масова концентрація або густина озону залежить від температури і атмосферного тиску. Через це для характеристики питомого вмісту озону використовують відносні одиниці: молярну і об'ємну концентрації (млн$^{-1}$, млрд$^{-1}$, трлн$^{-1}$).

Молярною концентрацією озону називають відношення густини озону до густини повітря:

$$r_{O_ç} = \rho_{O_ç} / \rho = \left(N_{O_ç} \cdot \mu_{î_ç}\right) / \mu, \qquad (3.3)$$

де ρ – густина повітря; μ – молярна маса повітря.

Під *об'ємною концентрацією* озону розуміють відношення парціальних тисків або відношення об'ємів молів:

$$N_{O_ç} / N = P_{O_ç} / Ð = V_0 / V_{0,O_ç}, \qquad (3.4)$$

де V_0, $V_{O_ç}$ – об'єм одного моля повітря і озону відповідно.

Слід зазначити, що молярна і об'ємна концентрації не залежать від тиску і температури повітря.

Ті характеристики озону, які залежать від температури і тиску, доцільно зводити до нормальних умов (P_0 = 1013 гПа і T_0 = 273 К), що дозволить зіставити дані, здобуті у різних умовах. Зазвичай для цих цілей використовується формула:

$$\rho_0 = \rho_i \frac{P_0 T_i}{P_i T_0}, \qquad (3.5)$$

де i відноситься до даних вимірювань в умовах, які відрізняються від нормальних.

Розглянемо, як протягом року змінюється вміст приземного озону в атмосфері на прикладі результатів спостереження Карадагської обсерваторії у 1998 р.. Максимум концентрації приземного озону спостерігався у червні (62 млрд$^{-1}$), а мінімум – у січні (9 млрд$^{-1}$) [9].

Річний хід приземного озону характеризується максимумом влітку, а мінімумом – взимку. Такий річний хід приземного озону є типовим для помірного поясу.

У таблиці 3.1 наведено екстремальні значення концентрації приземного озону у 1998 р. (дата і час, коли вони спостерігались). Велика мінливість приземного озону пов'язана з локальними процесами, які відбуваються у приземному шарі даного району. Про це може свідчити аналіз добового ходу приземного озону. Майже у всіх випадках мінімальні значення приземного озону були зареєстровані вранці, рідше увечері і ніколи мінімум не відмічався вдень. Вночі руйнування озону відбувається за рахунок окислювальних процесів. Максимум концентрації приземного озону спостерігається переважно у світлі години доби, коли активізується конвективний і турбулентний обмін.

Таблиця 3.1 – Екстремальні значення концентрації озону, млрд $^{-1}$

Місяць	Макс.	Дата і час спостереж.	Мін.	Дата і час спостереж.
1	17	5.01 ; 6.00	4	11.01 ; 9.00
2	26	25.02 ; 10.00	5	23.02 ; 7.00
3	51	5.03 ; 19.00	8	19.03 ; 7.00
4	70	15.0 ; 11.00	6	29.04 ; 17.00
5	45	9.05 ; 17.00	5	13.05 ; 17.00
6	148	21.06 ; 11.00	13	3.06 ; 11.00
7	146	1.07 ; 17.00	10	10.07 ; 23.00
8	141	6.08 ; 20.00	9	11.08 ; 8.00
9	81	20.0 ; 11.00	3	4.09 ; 11.00
10	88	13.10 ; 11.00	3	1.10 ; 20.00
11	80	3.11 ; 14.00	2	19.11 ; 8.00
12	28	12.12 ; 14.00	2	10.12 ; 8.00

Досліджуючи причини коливань концентрації приземного озону у Довгопрудному, О.С. Брітаєв [10] виявив, що низхідні рухи повітря у нижній тропосфері супроводжуються зростанням кількості приземного озону. Проходження холодного фронту у 60% випадків також спричиняє зростання приземного озону, тоді як однозначного зв'язку з теплим фронтом не виявлено.

Особливу роль у коливаннях приземної концентрації озону можуть мати місцеві вітри. Так, за спостереженнями обсерваторії Мауна-Лоа (Гавайські о-ви), розташованої в горах, максимум приземного озону настає рано-вранці, коли низхідний потік схилового вітру найбільш сильний.

Збільшення концентрації озону у приземному шарі (ПКО) створює

загрозу здоров'ю людини. Озон може впливати на людину прямим і опосередкованим способами. Під прямим впливом виникає втома, головний біль, блювота, подразнення дихальних шляхів, кашель, порушення дихання, хронічний бронхіт, емфізема легенів, астма і збільшується кількість нападів. Озон спричиняє алергію до найбільш поширених речовин – пилу, пилку, а також до домашніх тварин. Він суттєво знижує імунітет до інфекцій. Опосередковано озон впливає на кров подібно іонізуючому випромінюванню.

Відомий факт, коли під час Олімпійських ігор в Атланті (1996 р.) значно зменшився автомобільний рух і внаслідок цього середня концентрація озону знизилась на 27,9%, а це у свою чергу призвело до зменшення кількості нападів астми на 41%.

Озон може спричинити подразнення очей, дихальних шляхів. А у районах, де утворюються смоги, значно поширені хронічний бронхіт, емфізема легенів, рак, алергічні захворювання.

При отруєнні озоном спочатку настає сонливість, потім змінюється дихання: воно стає глибоким, неритмічним. В кінці з'являються перериви у диханні аж до паралічу.

Оскільки озон не має різкого запаху, то виникає проблема ідентифікації причин інтоксикації людини. Вплив озону характеризують симптомами, які наведено у табл. 3.2 [5].

Таблиця 3.2 – Симтоми інтоксикації озоном у людини

Концентрація, мкг/м^3	Тривалість інгаляції, год	Ефект
4-15	-	Поріг сприйняття запаху у чистому повітрі
> 120	8	Зниження працездатності при високому навантаженні
> 160	24	Погіршення функції легенів
> 200	8	Кашель, хрипота, дере у горлі
> 240	3	Втрата чутливості до інших токсикантів і алергенів
> 400	8	Запалення нижніх дихальних шляхів, можливі летальні наслідки

У табл. 3.3 наведено встановлені на міжнародному рівні та в окремих країнах гранично допустимі концентрації озону. Ці стандарти постійно переглядаються і уточнюються.

Зростання ГКО негативно впливає на виробництво сільськогосподарської продукції. У США підраховано, що збільшення концентрації озону на 10 млрд $^{-1}$ призводить до скорочення продуктивності сільського господарства на 10% в результаті чого збитки від зниження

врожайності складають 3 млрд доларів. У рослинах структурні зміни починаються за густини озону 60 млрд $^{-1}$ при дії протягом чотирьох годин.

Таким чином, збільшення озону у приземному шарі може завдати великої шкоди людству, внаслідок токсичного пошкодження природи, самої людини і навколишнього середовища.

Таблиця 3.3 – Гранично допустимі концентрації озону

Документ, організація, країна	Критерій	Концентрація
Директива ЄС 2002/3/ЄС Рада Європи	Середня концентрація за 1 год Інформаційний поріг для населення Середня концентрація за 1 год протягом 3-х год підряд Поріг для оголошення тривоги	 180 мкг/м^3 240 мкг/м^3
Всесвітня Організація охорони здоров'я	Ковзний 8-годинний максимум Керівництво для захисту здоров'я	 120 мкг/м^3
Національний стандарт по якості NAASQS, США	Максимальна середня концентрація за 1 год Середня концентрація за 8-год період	120 мкг/м^3 85 мкг/м^3
CEDRM, Чилі	Максимальна середня концентрація за 1 год Середня концентрація за 24-год період	160 мкг/м^3 100 мкг/м^3
Туреччина	Максимальна середня концентрація за 1 год	240 мкг/м^3

Дуже низькі концентрації озону зумовлюють інший спектр фізіологічних реакцій, які розглядаються як позитивні. Це дозволило використовувати даний фактор для терапевтичних цілей. У теперішній час озонотерапія широко застосовується для лікування захворювань різного генезу. Озон у малих концентраціях відновлює або збільшує нормальне клітинне окислення, яке було знижене хворобливим станом людини. Кров у присутності озону може поглинати у 2-10 разів більше кисню, ніж за звичайних умов, тому що у такому випадку кисень розчиняється у плазмі. При цьому озон стимулює збільшення вмісту гемоглобіну у крові. Незважаючи на порушений тонус судин, покращується газообмін у тканинах.

Добре відома антимікробна активність озону: знищує бактерії, віруси, грибки, мікроби і спори. Його використовують при лікування гнійних ран, опіків, при складних переломах, анемії, пневмонії.

Відмічено знеболювальну дію озону при мигренях, ревматичних хворобах, остеохондрозі хребта. В цілому, позитивну дію озону у малих концентраціях пов'язують з декількома моментами: протизапальна дія; підвищення оксигенації тканин організму і активація у них обмінних

процесів; покращення мікроциркуляції крові у капілярах; елімінація (від лат. *elimino* – виношу за поріг, видаляю) речовин, які викликають активацію хворобливих рецепторів; пригнічення активності ферментів, які руйнують хрящову тканину. Все це пояснює позитивний вплив на організм людини малих концентрацій озону, який утворюється під час гроз.

Крім того, озон використовується також в різних процесах життєдіяльності, наприклад, для покращення якості води. Озон – окислювач і дезінфектор. Озонування у 2-3 рази знижує мутність, обезбарвлює, знезаражує воду, усуває присмаки і вилучає залізо, марганець, фенол, сірководень, мікроорганізми.

Дуже ефективним виявилось використання озону для очищення повітря у жилих і промислових будівлях.

Використання озону при сушці зерна дозволяє збільшити її швидкість на 20-25%, також скоротити енергоспоживання до 20%. Озон набуває все більш широкого застосування і в інших галузях господарської діяльності.

3.3 Характеристики атмосферної електрики

Землю в цілому можна вважати гігантським електричним конденсатором, обкладинками якого є її поверхня і атмосфера, переважно іоносфера. Носіями заряду в атмосфері є іонізовані молекули її газів. Різниця потенціалів між обкладинками цього конденсатора становить в середньому 400 тис. вольт (В). При цьому поверхня Землі заряджена в цілому негативно, а атмосфера – позитивно.

Електричний стан атмосфери характеризується такими параметрами:

– градієнтом потенціалу (напруженість) електричного поля,
– електричною провідністю повітря,
– вертикальним струмом провідності.

Напруженість електричного поля атмосфери біля поверхні Землі становить в ясну погоду 150-200 В/м. Але локально можуть виникати суттєві зміни електричного поля Землі аж до зміни його знака. Це пов’язано зі станом іонізації атмосфери, хмарністю, грозовою активністю. У передгрозовому стані напруженість електричного поля може досягати 100 кВ/м, що призводить до електричного пробою атмосфери (блискавка), який супроводжується електромагнітними коливаннями радіочастотного діапазону (атмосферики).

У разі електростатичного поля напруженість E пов’язана з потенціалом U співвідношенням

$$\boldsymbol{E} = grad\ U. \tag{3.6}$$

У помірних широтах північної півкулі спостерігається простий річний

хід градієнта потенціалу з максимумом узимку і мінімумом влітку.

Електрична провідність повітря визначається, перш за все, рухливими легкими аероіонами, які являють собою комплекс з декількох десятків молекул газу, які несуть один елементарний заряд. Легкі аероіони мають радіус 10^{-8} – 10^{-7} см. Важкі аероіони – значно більші за розміром (їхній радіус 10^{-5} см) і менш рухливі електрично заряджені частинки: мікрокраплі води, мікропилинки і т. ін. До утворення іонів в атмосфері призводять такі фактори: радіоактивне випромінювання ґрунту, гірських порід; УФ-радіація і рентгенівське випромінювання; корпускулярне випромінювання (в іоносфері); горіння.

Завдяки наявності градієнта потенціалу між поверхнею Землі і атмосферою, виникає вертикальний рух іонів, який утворює вертикальний струм провідності. При цьому позитивно заряджені іони рухаються до Землі, негативно заряджені – від неї.

Відношення числа позитивно заряджених аероіонів n^+ до числа негативних n^- називається *коефіцієнтом уніполярності повітря*.

Значення коефіцієнта уніполярності у всіх кліматогеографічних зонах > 1 (крім гір) і становлять 1,2-1,5, тобто переважають позитивні аероіони. Вважається, що ця зарядова асиметрія утворюється вертикальним струмом провідності, завдяки якому позитивні аероіони концентруються у нижніх шарах атмосфери, а негативні – у верхніх.

Відмічається добова і сезонна періодичність стану атмосферної електрики. Градієнт потенціалу і вертикальний струм провідності мінімальні влітку і максимальні взимку, аеронізація максимальна в кінці літа і на початку восени, мінімальна – в кінці зими і на початку весни. Добовий хід градієнта потенціалу має два максимуми (о 8-10 і о 19-23 годині місцевого часу) та два мінімуми (о 2-5 і о 16-18 годині). Закономірний хід добових змін може порушуватись при зміні повітряних мас.

Річний і добовий хід електричної провідності повітря в основному протилежний ходу градієнта потенціалу.

Для кожної місцевості характерний свій іонізаційний режим повітря (табл. 3.4).

Добовий і річний хід іонізаційного стану повітря визначається сукупністю багатьох фізичних факторів ґрунту й атмосферних процесів, що призводять як до утворення аероіонів, так і до їхнього знищення (рекомбінації).

Концентрація легких аероіонів з висотою збільшується. Максимум концентрації легких аероіонів у добовому ході в більшості пунктів виникає в пізні нічні або ранні ранкові години, що позв'язано з чистотою повітря.

У вологому і забрудненому пилом і димом повітрі кількість важких аероіонів зростає, досягаючи максимуму в денні години, і таким чином

коефіцієнт уніполярності повітря є показником ступеня забруднення повітря.

Таблиця 3.4 – Середні концентрації легких аероіонів і коефіцієнт уніполярності в різних пунктах

Пункт спостереження	n^+	n^-	n^+/n^-
Кисловодськ	555	469	1,18
Москва	710	625	1,12
Санкт-Петербург	600	570	1,05
Алма-Ати	740	590	1,17
Ялта	700	683	1,03
Сочі	748	788	0,93
Анапа	780	685	1,12

Поблизу гірських рік, водоспадів, фонтанів із прісною водою тощо, де відбувається розбризкування води, виникає підвищена іонізація повітря з різким переважанням негативних аероіонів, концентрація яких досягає декількох десятків тисяч у 1 см^3 повітря. Процес утворення аероіонів при розбризкуванні води широко використовується для штучного одержання негативних аероіонів, використовуваних з лікувально-профілактичною метою.

При розбризкуванні морської води повітря на березі насичується переважно позитивними аероіонами. У Криму на пляжах поблизу прибою при хвилюванні моря в 3 бали концентрація позитивних аероіонів у середньому дорівнює 1200, а негативних – 700 у 1 см^3 повітря (коефіцієнт уніполярності – 1,73).

У теперішній час лікарі і біологи надають великого значення фізіологічній дії аероіонів. Для лікування деяких хвороб (бронхіальної астми, гіпертонії тощо) з успіхом застосовується метод аеронізації.

Концентрація легких аероіонів, коефіцієнт уніполярності можуть змінюватись у широких межах за фронтальних погод, зумовлених зміною повітряних мас різного походження, особливо у дні з грозовою діяльністю. Змінювання деяких характеристик атмосферної електрики (напруженості електричного поля, електричної провідності повітря тощо) спостерігаються не лише у момент проходження фронту, але іноді за добу до цього. Грозові розряди, які виникають за фронтальної погоди, є джерелом електромагнітних імпульсів, розповсюджуваних зі швидкістю світла. За спостереженнями С.М. Чубинського та інших ці електромагнітні імпульси є такими подразниками, які за 1-2 дні до проходження фронту змінюють збудження нервової системи, обмін речовин і тонус судин. Виявлено зв’язок між активністю електромагнітних імпульсів і виникненням у

хворих відчуття болю в області серця і у суглобах [35].

3.4 Напруженість магнітного поля Землі

Земля – не тільки гігантський конденсатор, але й гігантський магніт, полюси якого розташовані поблизу її географічних полюсів. Магнітне поле Землі відхиляє заряджені частинки, які входять до складу корпускулярної радіації Сонця. Більша частина постійного магнітного поля Землі зобов'язана своїм походженням процесам, які відбуваються в ядрі Землі, на межі ядра і мантії. Змінне магнітне поле пов'язане з корпускулярною радіацією Сонця.

Горизонтальна складова напруженості магнітного поля Землі має максимум біля екватора (0,3-0,4 Е, де Е – ерстеда), вертикальна – біля полюсів (0,6-0,7 Е). Основна частина магнітного поля зумовлена процесами у земному ядрі, де течуть електричні струми, що утворюють магнітне поле. Друга його частина утворюється магнітним полем земної кори. Періодичні коливання напруженості магнітного поля пов'язані з рухом Землі і Місяця навколо своєї осі (сонячнодобові і місячнодобові коливання), максимальні на екваторі та у помірних широтах і досягають 0,001 Е. Магнітні бурі, зазвичай, пов'язані зі збільшенням сонячної активності і вторгненням у магнітосферу Землі корпускулярного випромінювання. Геомагнітні бурі охоплюють всю Землю і продовжуються декілька діб. За інтенсивністю вони поділяються на малі (до 0,0005 Е), помірні (до 0,001 Е), великі (0,001-0,002 Е) і дуже великі (> 0,002 Е). Невеликі змінювання магнітного поля, які охоплюють лише частину магнітосфери, називають геомагнітними збуреннями.

Відомо, що магнітні бурі впливають на самопочуття людини. На нас діють радіохвилі низької частоти. Вченим ще не до кінця зрозумілий механізм відгуку людини на цей вплив. Скоріш за все, справа у резонансі: біоритми людини – биття серця, нервові імпульси – «працюють» теж у діапазоні декількох герц. Електромагнітні хвилі спроможні змінити в'язкість крові. А коли кров стає густішою, вона повільніше тече по судинах, особливо по тонких судинах головного мозку. До клітин менше постачається кисню – через це головні болі, мігрені, швидка і безпричинна втома, в'ялість, сонливість. Порушується регуляція тонусу судин, непередбачено «скаче» артеріальний тиск. Зрозуміло, що до магнітних бур більш чутливими є люди із захворюваннями серцево-судинної системи. Коли геомагнітне поле неспокійне, то у 3 рази зростає кількість інфарктів, у 2 – інсультів і нападів стенокардії; на 50-55% частіше скаржаться на нездужання люди з ішемічною хворобою серця.

Контрольні запитання

Як змінюється величина парціальної густини кисню при зростанні атмосферного тиску і зменшенні температури повітря?
Як змінюється величина парціальної густини кисню при зниженні атмосферного тиску і підвищенні температури повітря?
За яких метеорологічних умов в атмосфері утворюється погодна гіпоксія?
За яких метеорологічних умов в атмосфері утворюється погодна гіпероксія?
Дайте характеристику добового ходу парціальної густини кисню.
Назвіть причини утворення тропосферного озону.
Назвіть одиниці вимірювання парціальної густини озону.
В яких одиницях вимірюється об'ємна концентрація озону?
Назвіть негативні властивості тропосферного озону.
У чому полягає позитивна роль впливу тропосферного озону на людину?
Чим визначається роль впливу (негативна або позитивна) тропосферного озону на людину?
Як змінюється кількість легких і важких іонів в атмосфері в міру збільшення забруднення повітря?
Як аероіони (негативні і позитивні) впливають на організм людини?
Поблизу гірських рік переважають які за знаком аероіони?
Аерони якого знаку надходять до атмосфери при розбризкуванні морської води?
Що таке коефіцієнт уніполярності? Його фізичний сенс?
Як магнітне поле Землі впливає на здоров'я людини?
Що таке магнітна буря? Як вона впливає на здоров'я людини?

4 ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ТІЛА ЛЮДИНИ ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Для оцінки рекреаційних ресурсів клімату особливу увагу приділяють тепловому стану людини як відповідній реакції на комплексну дію погоди. Вище були наведені деякі показники теплового стану людини, яка зазнає впливу комплексу метеорологічних факторів, але останнім часом вважається, що одним з найоб'єктивніших і науковообгрунтованих є метод теплового балансу. Цей метод дозволяє кількісно оцінювати сумарні втрати тепла організмом або ж його надходження до організму за різних кліматичних умов.

4.1 Поняття теплового балансу тіла людини

Між людиною і навколишнім середовищем відбувається постійний теплообмін. Організм людини, як відомо, являє собою складну термодинамічну систему, що відрізняється високою стабільністю температури внутрішніх частин тіла при можливих значних коливаннях інтенсивності теплообміну між тілом і зовнішнім середовищем. У переважної більшості людей температура тіла становить 36,6...36,8˚С. При цьому температура периферичних тканин у залежності від метеорологічних умов може змінюватися в значних межах. Для збереження ізотермічного стану необхідно, щоб надходження і витрати тепла з поверхні тіла були рівні між собою.

Основним джерелом тепла для організму людини є енергія, яка утворюється в ньому в процесі хімічних реакцій біологічного окислювання. Окислення в клітинах організму зазнають живильні речовини – жири, білки і вуглеводи. Ці перетворення закінчуються утворенням води, вуглекислого газу і звільненням теплової енергії. Виділення тепла в організмі, що зумовлено окислювальними процесами, які відбуваються в організмі, називають *теплопродукцією*. Інтенсивність теплопродукції постійно змінюється. Для людини, яка стоїть, і перебуває в стані спокою, виділення тепла вважається таким, що дорівнює 93 Вт. Під час ходьби теплопродукція збільшується у 2-4 рази, а при дуже напруженій роботі – у 7-10 разів. Якщо прийняти теплопродукцію людини у спокої за одиницю, то зміни її при різному фізичному навантаженні такі:

фізичне навантаження	теплопродукція
спокій	1
легка робота	1,5
робота середньої важкості	2,5 – 3,0.

У горах вище 3000-4000 м теплопродукція збільшується на 8-13%

внаслідок посилення активності дихальних м’язів.

У природних умовах іншим джерелом тепла для організму людини є енергія сонячної радіації.

Тепло, яке утворюється в організмі, переноситься кров’ю по кровоносних судинах до шкіри і слизових оболонок, а також витрачається з видихуваним повітрям. Теплообмінні функції організму забезпечують динамічне співвідношення процесів теплотворення і тепловіддачі в залежності від конкретних метеорологічних умов середовища.

Передача тепла в зовнішнє середовище з поверхні тіла відбувається шляхом турбулентної дифузії теплового випромінювання і випаровування вологи. За температури повітря, що дорівнює температурі поверхні тіла, тепловіддача турбулентним шляхом і випромінюванням відсутня, а тепловіддача здійснюється лише шляхом випаровування поту. Коли температура навколишнього середовища нижча, ніж температура поверхні тіла, швидкість вітру збільшує тепловтрати турбулентним шляхом і випаровуванням. При високих температурах повітря великі швидкості вітру не завжди сприяють посиленню тепловтрат організму, іноді це призводить до збільшення теплового навантаження. З підвищенням температури помітно зростає вплив вологості повітря. Збільшення вологості повітря зменшує фізіологічний дефіцит насичення і тим самим обмежує тепловтрати випаровуванням. Роль вологості за знижених температур повітря значно менша. У той же час при низьких температурах повітря підвищена вологість збільшує тепловтрати організму в результаті інтенсивного поглинання водяною парою енергії довгохвильового випромінювання з поверхні тіла людини. Однак більше зростання тепловтрат відбувається при безпосередньому зволоженні тіла й одягу.

При теплообміні організму, як вже згадувалось, мають місце і тепловтрати через органи дихання, що відбуваються за рахунок нагрівання вдихуваного повітря і випаровування з поверхні дихальних шляхів. Зростання тепловтрат тим більше, чим нижча температура вдихуваного повітря і чим більший фізіологічний дефіцит насичення водяною парою навколишнього повітря і повітря, яке міститься в легенях і дихальних шляхах, а також чим більший об’єм легеневої вентиляції. Ступінь спроможності кондиціювання органів дихання визначають по температурі і вологості видихуваного повітря і життєвої ємності легенів.

За різних метеорологічних умов в організмі людини виникають зміни функцій ряду систем і органів, які беруть участь у терморегуляції – у системі кровообігу, нервової і потовидільної. Інтегральним показником теплового стану організму людини за тих чи інших метеорологічних умов може бути температура тіла. Про ступінь напруження терморегуляторних функцій і його тепловий стан можна судити також по зміні температури шкіри і тепловому балансу.

Тепловий баланс тіла людини визначається впливом комплексу метеорологічних і фізіологічних чинників, а також теплозахисних властивостей одягу і фізичного навантаження.

До фізіологічних чинників теплового балансу людини відносять теплопродукцію, температуру шкіри і характеристику умов зволоження поверхні шкіри.

Тепловий стан людини характеризується середнім зваженим значенням температури шкіри, визначеним для основних частин тіла з урахуванням їх площі.

Співвідношення між суб'єктивними оцінками тепловідчуття людини і середньою температурою шкіри такі:

температура шкіри, °С	тепловідчуття
27,8 – 28,8	холодно
28,9 – 29,9	дуже прохолодно
30,0 – 32,1	прохолодно
32,2 – 33,2	комфорт
33,3 – 34,2	тепло
34,3 – 35,5	жарко
> 35,5	дуже жарко.

Умови випаровування характеризуються ступенем зволоження шкіри. У звичайних умовах приблизно 10% поверхні шкіри вологі. У жарких умовах уся поверхня шкіри волога. Умови зволоження шкіри функціонально пов’язані з температурою шкіри.

Роль одягу полягає в зниженні втрати тепла з поверхні тіла і захисту її від надмірного впливу сонячної радіації. Теплозахисні властивості одягу не залежать від природи волокна тканин. Вони визначаються кількістю інертного повітря, що міститься між волокнами тканин.

Оцінка теплопровідних властивостей одягу може бути виконана за допомогою вимірів або розрахунку коефіцієнта, що характеризує дифузію тепла в одязі.

У біокліматичних дослідженнях показників теплоізоляційних властивостей одягу прийнята *одиниця КЛО*. Термін КЛО відповідає трьом початковим буквам англійського слова *clothing* – одяг. Величина КЛО відповідає теплоізоляції, що створюється звичайним одягом, який носять працівники розумової праці у приміщенні в умовах теплового комфорту при температурі повітря 18°С, а також при середній зваженій температурі шкіри 33°С, і теплопродукції 93 Вт. Таку теплоізоляцію має комплект одягу, який складається з вовняного костюма і білизни. Фізична величина одиниці КЛО дорівнює 752 Дж/(м^2·К).

Оцінка теплозахисних властивостей деяких типів одягу в числах КЛО надана у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення чисел КЛО для різних типів одягу

Число КЛО	Тип одягу
0,5	літня легка
1,0	літня (комплект білизни і вовняний костюм)
1,5	літнє пальто
2,0 – 2,5	демісезонна
3,0 – 3,5	зимова
4,0 – 4,5	арктична
5,0 – 6,0	утеплена арктична

За допомогою одягу, теплоізоляція якої компенсує велику частину тепловтрат, дія низьких температур навколишнього середовища значно знижується.

4.2 Рівняння теплового балансу тіла людини

Термічний режим організму людини формується в результаті складної взаємодії фізіологічних, біохімічних і фізичних процесів. Тому більш-менш повна розробка проблеми теплового режиму людини методами математичного моделювання є настільки складною, що на сучасному етапі можна розв’язувати деякі поодинокі задачі на базі схематизації процесів формування теплового стану людини.

Здобуті таким шляхом результати відбивають найбільш чітко виражені закономірності. Метод математичного моделювання теплового балансу тіла людини є достатньо ефективним, оскільки дозволяє дістати кількісні оцінки, встановити взаємозв’язок між окремими сторонами явища, а також виявити деякі закономірності, які не піддаються безпосередньому експериментальному вивченню.

Відомі різноманітні методи розрахунку теплового балансу тіла людини, однак, найбільш обґрунтованими є два методи. Перший з них розроблений М.І. Будиком і Г.В. Циценко, другий – Б.А. Айзенштатом. В основі їх лежить рівняння теплового балансу, складовими якого є метеорологічні, радіаційні і фізіологічні параметри.

В умовах стаціонарного режиму, коли температура тіла незначно змінюється з часом, витрата тепла з поверхні тіла дорівнює припливу у вигляді власної теплопродукції і сонячної радіації.

Рівняння теплового балансу тіла людини, яке випливає із закону

збереження енергії, можна представити в такому вигляді:

$$R + q = LE_л + P + P_л, \tag{4.1}$$

де R – радіаційний баланс поверхні тіла, Вт;

q – теплопродукція, Вт;

$LE_л$ – витрати тепла на випаровування води з поверхні дихальних шляхів при диханні (L – теплота випаровування, при температурі шкіри 33˚С L = 2,4 Дж/кг); $E_л$ – швидкість випаровування в г/год, Вт;

P – турбулентний теплообмін між поверхнею тіла й атмосферним повітрям або конвекція, Вт;

$P_л$ – теплообмін між поверхнею дихальних шляхів і повітрям при диханні, Вт.

Рівність тепловтрат і теплонадходжень, яка забезпечує баланс, може досягатись шляхом підбору відповідного одягу. Тому М.І. Будико і Г.В. Циценко ввели в це рівняння для окремих складових коефіцієнти, які враховують вплив теплозахисних властивостей одягу на тепловий баланс людини [11].

Рівняння теплового балансу можна розв’язати відносно середньої зваженої температури шкіри, яка є гарним показником теплового стану людини, особливо в інтервалі температур 27-37°С, або теплозахисних властивостей одягу, який забезпечує тепловий комфорт (збереження середньої зваженої температури шкіри в межах 31-33°С) за конкретних метеорологічних умов і при заданому рівні фізичного навантаження.

Найбільш надійні результати можна очікувати при використанні рівняння для розрахунку теплорегуляції одягу в області комфортних температур. У випадку підвищеної або зниженої температури повітря похибка кінцевого результату буде зростати, оскільки наведене вище рівняння складено для середньої людини і розраховано для умов теплової рівноваги між організмом і зовнішнім середовищем.

Б. А. Айзенштат [2] запропонував метод, заснований на тому ж вихідному рівнянні теплового балансу, але як показник ступеня теплового навантаження на організм людини в умовах жаркого клімату прийнята величина вологовтрати випаровуванням поту або еквівалентна їй величина витрат тепла на випаровування поту:

$$FLE = FR + FP + P_л - LE_л + q, \tag{4.2}$$

де F – площа поверхні тіла людини, $F \approx 1{,}5$ м^2;

FLE – витрати тепла на випаровування поту, Вт;

FR – радіаційний баланс тіла людини, Вт;

FP – турбулентний теплообмін між тілом і навколишнім повітрям (конвекція), Вт.

Розрахувавши всі члени правої частини рівняння, можна знайти значення *FLE*. Знаючи *FLE* у Вт, легко знайти величину вологовтрати випаровуванням поту *FE* у г/год: $FE = FLE / L = FLE / 0{,}67$.

Згідно з рівнянням (4.2) члени *FR*, *FP*, $P_л > 0$, коли вони характеризують надходження тепла до організму, і мають від'ємні значення при тепловіддачі; тепловтрати при випаровуванні *FLE* і $LE_л$, а також вологовтрати *FE* і $E_л$ варто вважати додатними.

Якщо надходження тепла до організму перевищує тепловтрати, то відбувається виділення поту ($FLE > 0$) і розширення периферичних судин, що супроводжується посиленням кровообміну з внутрішніми зонами організму, тобто відбувається терморегуляція в умовах нагрівання.

При охолодженні організму ($FLE < 0$) потовиділення практично припиняється, відбувається звуження периферичних судин, а отже, і послаблення кровообміну з центральними зонами тіла, тобто терморегуляція в умовах охолодження.

Від'ємне значення *FLE* чисельно дорівнює тій кількості тепла, яку організм повинен зберегти шляхом використання відповідного одягу або виділити за рахунок підвищення фізичної активності, щоб забезпечити стан теплового комфорту.

Отже, з рівняння (4.2) випливає, що витрата тепла на випаровування поту *FLE* дорівнює сумарному надходженню тепла до організму за рахунок впливу всіх зовнішніх факторів і теплопродукції. Отже, *FLE* (а також і *FE*) є кількісною характеристикою теплового навантаження на організм.

Радіаційний баланс тіла людини *FR* складається з короткохвильового $FR_к$ і довгохвильового $FR_д$ балансів:

$$FR = FR_к + FR_д . \qquad (4.3)$$

Вигляд формули $FR_к$ залежить від прийнятої геометричної моделі тіла людини.

Для людини, яка знаходиться у вертикальному положенні (геометрична модель – вертикальний циліндр, висота якого дорівнює шістьом діаметрам), $FR_к$ (Вт) виражається формулою

$$FR_k = 0{,}5F(1 - A_k)\left[S(0{,}6\cos h + 0{,}08\sin h) + D + r\right], \qquad (4.4)$$

де S – інтенсивність прямої сонячної радіації, яка надходить на перпендикулярну до сонячних променів поверхню, Вт/м^2,

D – інтенсивність розсіяної радіації, Вт/м^2,

r – інтенсивність відбитої радіації, Вт/м^2,

h – висота сонця над обрієм (˚),

$A_ш$ – альбедо шкіри людини (для середньопігментованої шкіри $A_ш$ можна прийняти таким, що дорівнює 0,33).

Для людини, яка знаходиться у зігнутому положенні (наприклад, виконує деякі види монтажних чи сільськогосподарських робіт), доцільно скористатись моделлю у формі кулі. Тоді $FR_к$ (Вт) розраховується за формулою

$$FR_к = 0{,}5\,F\,(1 - A_ш)\left(\frac{S}{2} + D + r\right). \tag{4.5}$$

Довгохвильовий баланс $FR_д$ (Вт) можна обчислити за спрощеною формулою для обох моделей:

$$FR_д = 0{,}5\,F\,\beta\,(t_г + t_a - 2\,t_ш), \tag{4.6}$$

де $t_г$ – температура поверхні ґрунту, ºС;

t_a – радіаційна температура атмосфери, ºС;

$t_ш$ – середня температура шкіри, ºС;

β – коефіцієнт, Вт/(м^2 ·˚С).

Радіаційна температура t_a визначається за допомогою номограми (рис. 4.1), побудованої для парціального тиску водяної пари e = 12 гПа, і значень кількості хмар, виражених у балах. Якщо фактичний парціальний тиск відрізняється від 12 гПа, то спочатку по рис. 4.1 визначається t_{a1}, а потім до здобутого значення вводиться поправка Δt_a (˚С), яка дорівнює

$$\Delta t_a = 0{,}6\,(e - 12). \tag{4.7}$$

Коефіцієнт β обчислюється за формулою

$$\beta = 0{,}014\,(t_г + t_a) + 5{,}37. \tag{4.8}$$

Величина FP (Вт) виражається формулою

$$FR = F\,\alpha\,(t - t_ш)\sqrt{\frac{p}{p_0}} \tag{4.9}$$

де p – атмосферний тиск у даному пункті, гПа,

p_0 – атмосферний тиск, зведений до рівня моря, p_0 = 1000 гПа,

α – коефіцієнт теплообміну між тілом і повітрям, Вт/(м^{2}·°С).

У залежності від швидкості вітру коефіцієнт α може набувати таких значень:

v, м/с	0	0.5	1	2	3	4
α, Вт/(м^2 °С)	3,49	9,42	12,91	18,49	23,24	27,36.

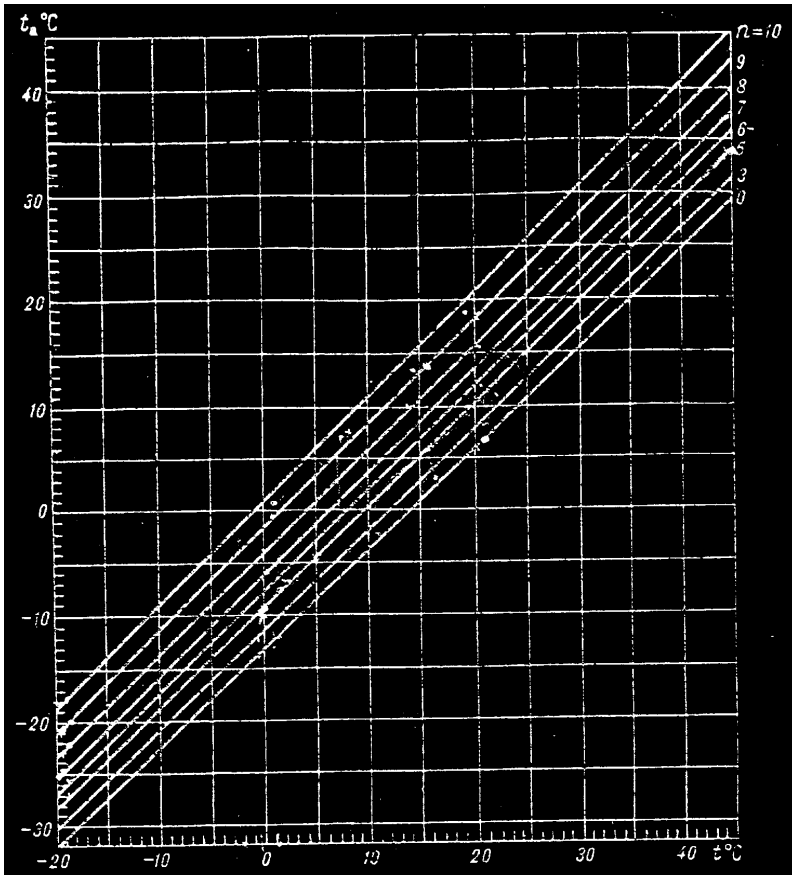


Рисунок 4.1 – Номограма для визначення t_a по температурі повітря t при парціальному тиску водяної пари е = 12 гПа (n – кількість хмарності у балах)

Величини $P_л$ (Вт) і $LE_л$ (Вт) виражаються формулами

$$P_л = 0{,}00002 W b\left(t - t_л\right), \tag{4.10}$$

$$LE_л = 0{,}029 W \left(e_л - e\right), \tag{4.11}$$

де W – хвилинний обсяг подиху, л/хв; у спокої становить близько 8 л/хв;

$t_л$ – температура видихуваного повітря; $t_л \approx 35$°С;

$e_л$ – тиск насичення водяної пари видихуваного повітря; $e_л$ = 56,3гПа;

e – парціальний тиск водяної пари.

Слід зазначити, що величина $P_л$ дуже мала в порівнянні з іншими членами рівняння (4.3), $LE_л$ трохи більша, ніж $P_л$, але також невелика, причому порівняно мало змінюється в добовому і річному ході.

Так, при змінюванні температури повітря від 40˚С до –40˚С, $P_л$ змінюється в межах від 0,8 до 11,9 Вт, а $LE_л$ при змінюванні e від 1 до 30 гПа змінюється від 12,7 до 6,0 Вт.

4.3 Показник напруженості терморегуляторної системи

Додатковою характеристикою теплового стану людини може бути показник напруженості терморегуляторної системи M, який виражає відношення фактичного теплового навантаження FE до максимально можливого $FE_{макс}$ за тих же метеорологічних умов.

Фактор M (%) також характеризує відносну площу зволоження поверхні тіла потом

$$M = \frac{FE}{FE_{макс}} 100\%. \tag{4.12}$$

Величина $FE_{макс}$ (г/год) виражається формулою

$$FE_{макс} = 1{,}493\, F\, \alpha_e \left(e_m - e\right), \tag{4.13}$$

де α_e – коефіцієнт тепловіддачі шляхом випаровування, Вт/(м^2·гПа), який залежить від швидкості вітру ($\alpha_e \approx 1{,}5\alpha$);

$e_л$ – тиск насичення водяної пари при температурі шкіри 33˚С.

При значенні показника M > 50-60% спостерігається виражене напруження терморегуляторних механізмів. При M, що наближується до 100%, створюється загроза перегріву, теплового чи сонячного удару.

4.4 Ступінь теплового навантаження людини

Для визначення ступеня теплового навантаження і напруженості терморегуляторної системи Б.А. Айзенштат склав шкалу теплового стану оголеної людини в стані спокою на відкритому повітрі (табл. 4.2) [2].

З табл. 4.2 випливає, що оптимальному тепловому стану людини або умові її теплового комфорту відповідає значення FE у межах від 50 до 150 г/год, значення FLE у межах 34-100 Вт і значення M в межах 5-12%. Значення M < 0 не має фізичного сенсу. Виділеним градаціям теплового навантаження відповідають словесні характеристики. Словесні

характеристики, які відносяться до режиму втрати тепла, мають трохи умовний характер, бо вважається, що тепловідчуття людини, одягненої відповідно до умов погоди, мало відрізняється від оптимального.

Таблиця 4.2 – Шкала теплового стану людини, яка знаходиться на відкритому повітрі при м'язовому спокої

Тепловий стан	Тепловід-чуття	Показник теплового стану			Вид одягу
		FE, г/год	*FLE*, Вт	*M*, %	
Втрата тепла					
дуже велика	дуже холодно	<–900	<–606	-	зимовий утеплений
велика	холодно	–900÷ –551	–606÷ –371	-	зимовий
помірна	помірно холодно	–550÷ –201	–370÷ –136	-	демі-сезонний
мала	прохолодно	–200÷49	–135÷33	-	костюм
Оптимальний тепловий стан	тепловий комфорт	50÷150	34÷100	5÷12	
Теплове навантаження					
мале	тепло	151÷300	101÷202	13÷25	
помірне	дуже тепло	301÷500	203÷337	26÷45	
велике	жарко	501÷700	338÷472	46 ÷64	
дуже велике	дуже жарко	701÷900	473÷607	65÷85	
надмірне	надмірно жарко	>900	>607	>85	

У правій частині шкали тепловтрат наведено типи одягу, які за своїми теплоізоляційними властивостями приблизно відповідають певним градаціям втрати тепла організмом.

Слід зазначити, що даний метод доцільно використовувати при біокліматичній оцінці районів у жаркому кліматі. Розраховані складові теплового балансу тіла людини показують, що у такому кліматі формується надзвичайно високий рівень теплового дискомфорту. Так, для Ашхабада влітку його тривалість у середньому за добу може перевищувати 9-11 годин. Особливо напруженим у термічному відношенні є липень (рис. 4.2).

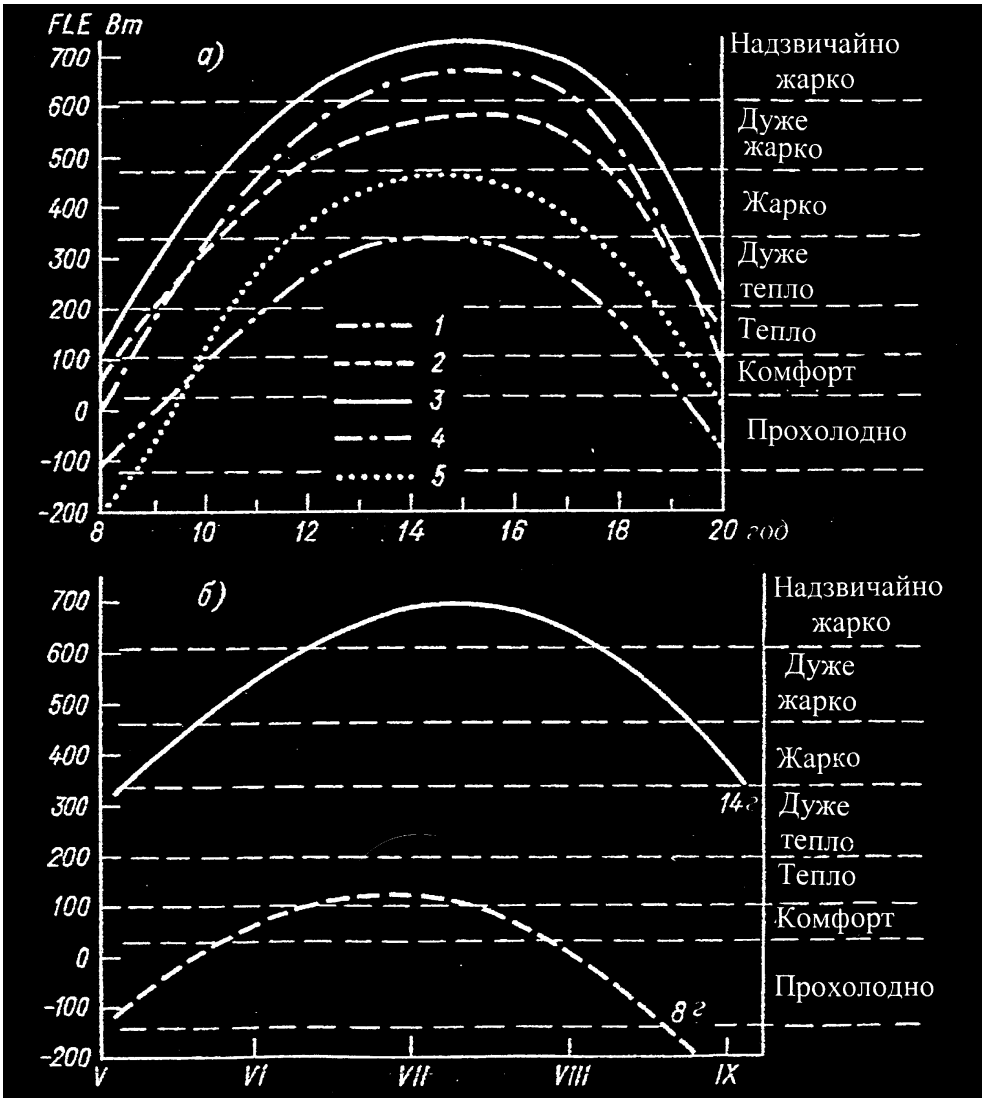


Рисунок 4.2 – Добовий (а) і сезонний (б) хід показника теплового стану людини *FLE* для Ашхабада
1 – травень, 2 – червень, 3 – липень, 4 – серпень, 5 – вересень

В Ашхабаді у липні витрати тепла на випаровування поту *FLE* вдень з 11 до 17 години можуть досягати 550-700 Вт, що відповідно до шкали теплового стану людини відповідає дуже великому і надмірному тепловому навантаженню [2].

4.5 Оцінка термічного впливу елементів міської забудови

Розглянутий розрахунковий метод характеризує умови перебування людини на відкритій однорідній місцевості. Таким чином ці умови відбивають деякий фоновий біотермічний рівень міста.

У дійсності людина, знаходячись у реальних умовах міського середовища, підпадає під вплив безлічі локальних, складно взаємодіючих

між собою факторів, які здійснюють сумарний тепловий вплив на організм. Тому для оцінки теплового стану міського жителя поряд із загальною біокліматичною характеристикою міста необхідно враховувати вплив на людину окремих міських ландшафтів.

Б.А. Айзенштат розв'язав цю задачу на основі методу теплового балансу з урахуванням кутових коефіцієнтів (або коефіцієнтів форми), які характеризують радіаційну взаємодію між міськими об'єктами і людиною [2].

Не вдаючись у деталі розв'язання цієї задачі, наведемо деякі результати розрахунків, здобуті для жаркого літнього дня, які характеризують вплив окремих елементів міського середовища на потовиділення в людини:

- у тіні окремого дерева потовиділення зменшується на 500-550 г/год,
- у тіні суцільного ряду дерев вологовтрати знижуються на 600-650 г/год,
- біля стіни висотою 12 м, освітленої сонцем, потовиділення зростає на 200 г/год,
- безпосередньо біля водойми потовиділення зменшується на 200-250 г/год; з віддаленням від берегової лінії радіаційний вплив водойми швидко зменшується і на відстані 5-8 м стає невідчутним.

У тих випадках, коли навколишнє міське середовище не може бути апроксимовано простими геометричними аналогами, розрахункові методи оцінки теплового стану людини дуже ускладнюються. Для цих умов необхідні результати можна одержати за методом фізичного тіла (у формі кулі). Цей метод дає можливість визначити теплове навантаження (без вимірювань радіаційних потоків) за допомогою спеціальної номограми за значеннями температури кулі і швидкості вітру (рис. 4.3) або розрахувати за формулою:

$$FE = \frac{F}{L}\left(t_{кул} - t_{ш}\right)\left(\alpha + \beta\right) + \frac{P_{л}}{L} - E_{л} + \frac{q}{L}, \qquad (4.14)$$

де $t_{кул}$ – температура кулі тілесного кольору (˚С).

Кулястий термометр являє собою порожню металеву кулю діаметром 15 см. Середня температура кулі вимірюється за допомогою термометра, уставленого через спеціальний отвір усередину кулі. Поверхня кулі має бути тілесного кольору з відбивною спроможністю (альбедо) такою, що дорівнює 0,3.

Температура кулястого термометра залежить від температури повітря, швидкості вітру, потоків короткохвильової радіації і теплового

випромінювання.

Виходячи з рівнянь теплового і радіаційного балансів кулі, можна одержати такий вираз для її температури:

$$t_{кул} = \frac{1}{2\ (\alpha\ +\ \beta)}\left[\left(1 - A_{кул}\right)\left(\frac{S}{2} + D + r\right) + \beta\left(t_з + t_a\right) + 2\alpha t\right]. \quad (11.15)$$

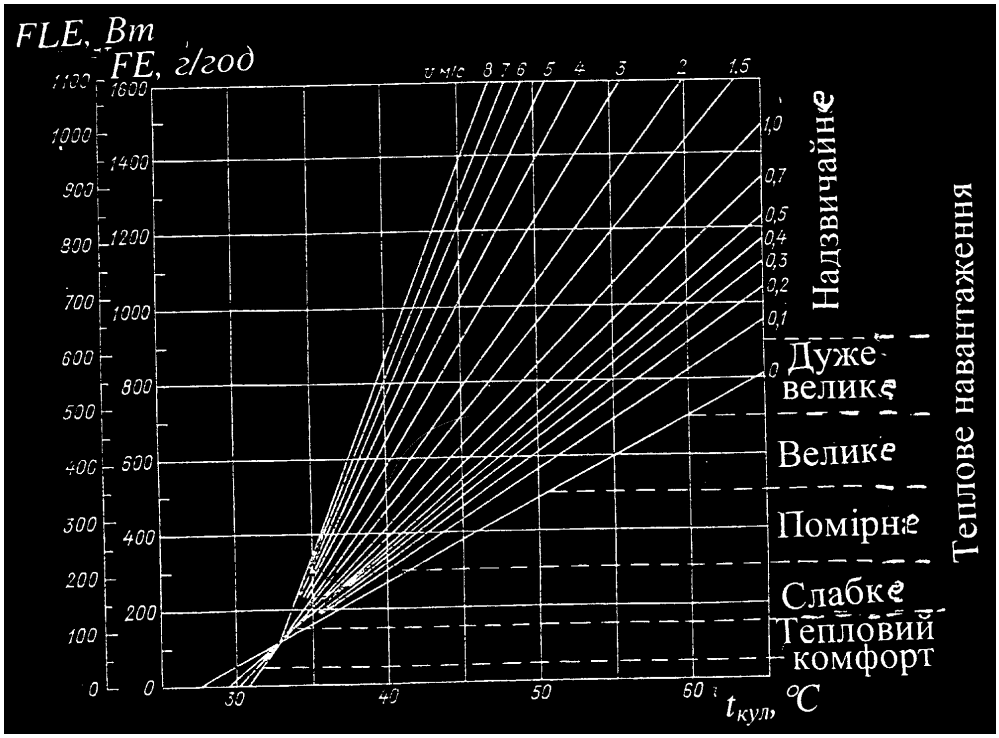


Рисунок 4.3 – Номограма для визначення теплового навантаження *FLE* і *FE* на організм оголеної людини по $t_{кул}$

$P_л$ і $E_л$ відносно невеликі величини і мало залежать від погодних умов, $t_{кул}$ і β також характеризуються малими змінами, тому можна зробити висновок, що при даному q теплове навантаження *FE*, власне кажучи, однозначно виражається через температуру кулі.

Таким чином, поняття температури кулі має цілком конкретний зміст – кількісний показник, який виражає тепловий стан людини через величину потовиділення *FE*.

Контрольні запитання

1. Назвіть всі складові рівняння теплового балансу тіла людини Б.А. Айзенштата.

2. Які складові рівняння теплового балансу тіла людини є додатними, а які від’ємними?

3. Що таке теплопродукція організму людини? Від чого вона залежить?

4. Назвіть основні механізми тепловіддачі організму людини.

5. Назвіть фізіологічні чинники теплового балансу людини.

6. Що прийнято за показник ступеня теплового навантаження на організм людини у рівнянні теплового балансу Б.А. Айзенштата?

7. Назвіть складові радіаційного балансу тіла людини?

8. У чому полягає фізичний сенс показника напруженості терморегуляторної системи?

9. Чи має фізичний сенс від’ємне значення показника напруженості терморегуляторної системи?

10. Що забезпечує рівність тепловтрат і теплонадходжень у рівнянні теплового балансу тіла людини М.І. Будико і Г.В. Циценко?

5 ОЦІНКА ВПЛИВУ КЛІМАТУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ, ЗАСНОВАНИХ НА КЛАСИФІКАЦІЇ ТИПІВ ПОГОДИ

5.1 Класифікація погоди Є.Є. Федорова – Л.А. Чубукова

В основу низки класифікацій клімату покладено характер циркуляційної діяльності в атмосфері (наприклад, генетична класифікація Б.П. Алісова). Ця класифікація була використана деякими авторами для медичної оцінки погод, але поширення не надобула. З'ясувалось, що той самий тип погоди виникає в різних повітряних масах, а та сама повітряна маса призводить до утворення різних погод. Іншими словами, врахування лише глобальних закономірностей руху повітряних мас є недостатнім для оцінки погод у медичних цілях. Крім того, при словесному описі синоптичних ситуацій неможливо уникнути певної частки суб'єктивізму.

Метод комплексно-динаміко-кліматологічного аналізу, розроблений Л.А. Чубуковим, синтезував прийоми комплексної та динамічної кліматології і був модернізований Є.Є. Федоровим. Згідно з цією класифікацією виділяють 16 класів погод, кожний з яких характеризується конкретними значеннями метеорологічних величин (табл. 5.1, 5.2). Виділені класи погод, зазвичай, виникають при певних циркуляційних і радіаційних ситуаціях.

Згідно з класифікацією Федорова – Чубукова всі погоди поділені на три основні групи: безморозні погоди, погоди з переходом температури через 0°С и морозні погоди. Ці групи в цілому складаються з 16 класів погод (табл. 5.3).

Безморозні погоди розрізняються не тільки середньою добовою температурою повітря, але і середньою добовою відносною вологістю, хмарністю, опадами і характером вітру. Вони поділяються на дві групи – сонячні і хмарні. Серед сонячних погод виділяють жаркі і сухі (класи I, II),

для яких характерні висока температура, низька вологість, правильний добовий хід основних метеорологічних величин. Тривалість сонячного сяйва досягає 11-14 годин. Ці погоди утворюються в умовах стійкого антициклону. В умовах погод I-II класів можуть проводитися всі методи кліматотерапії, однак, геліотерапію доцільно застосовувати в ранкові чи вечірні години, щоб уникнути перегріву.

При погодах I-II класів можуть посилюватись прояви сухих катарів верхніх дихальних шляхів. У той же час ці погоди сприятливі для хворих із захворюваннями органів дихання, що супроводжуються виділенням у великій кількості мокротиння, а також для хворих із захворюваннями нирок, тому що при цьому посилюється потовиділення. Погоди I класу можуть негативно впливати на хворих із серцево-судинними

захворюваннями.

Сонячні і вологі погоди (III і V класи) відрізняються від перших двох класів більш високою відносною вологістю і більш помірними температурами. Денна хмарність при погодах III класу, зазвичай, незначна, тривалість сонячного сяйва становить 8-10 годин. Ці погоди також характерні для антициклону. При V класі погод опади випадають уночі, що обумовлено слабкою циклонічною діяльністю, особливо в приморських південних районах. III і V класи погод створюють найбільш сприятливі умови для кліматолікування.

Хмарна погода містить в собі класи IV, VI. Погода IV класу, коли хмарність незначна і відсутні опади, сприятлива для проведення кліматотерапії. Хмарність, зазвичай, починає розвиватися до 11-12 години, тому в ранкові години умови для геліотерапії можуть бути такими ж, як і при погоді III класу. При наявності хмар залишається значна розсіяна радіація. Тривалість сонячного сяйва – 5-8 годин. Похмура погода, коли хмарність дорівнює 6-10 балам вдень і вночі (VI клас), зазвичай, пов’язана з фронтальною активністю й істотно обмежує можливості застосування кліматотерапії. Тривалість сонячного сяйва скорочується до 3-4 годин, тому в основному проводиться аеротерапія.

У похмуру і дощову погоду (клас VII, хмарність вдень і вночі 9-10 балів, опади за добу > 1 мм), що пов'язано з вираженою фронтальною діяльністю, кліматотерапія, зазвичай, не проводиться.

Дуже жарка і дуже волога погода (клас XVI), за якої середня добова температура вища за 22°С, а середня добова відносна вологість > 80% може бути з опадами і без опадів. За цих умов виникає різке перенапруження механізмів терморегуляції, тому що різко знижується випаровування поту і майже припиняється віддача тепла конвекцією. При цій погоді можуть виникати різного роду патологічні реакції.

Погоди з переходом температури повітря через 0°С містять в собі два класи (VIII і IX). При цих класах погод середня добова температура може бути додатною чи від’ємною, але максимальна температура знаходиться в області додатних, а мінімальна – в області від’ємних температур. Хмарна погода з переходом температури через 0°С, нерідко з опадами, вітром, виникає при проходженні атмосферних фронтів і може спричиняти негативні реакції. Сонячна погода виникає при антициклонах, створюючи досить сприятливі умови для кліматолікування.

Морозні погоди містять в собі шість класів (X, XI, XII, XIII, XIV, XV), при яких температура повітря протягом доби не піднімається вище 0°С. Кожен клас погод (крім слабко морозної) поділяється на погоду з вітром і без вітру (швидкість вітру вдень по флюгеру не вище 5 м/с, а вночі 1 м/с).

Такий поділ зумовлено тим, що вітер при низьких температурах значно погіршує тепловий стан людини й істотно змінює медичну оцінку погод.

Таблиця 5.1 – Погоди теплого періоду року

Час доби	Нижня хмарність, бали	Опади	Вологість, %	Середня добова температура повітря, °С								
				від 37,5 до 42,4	від 32,5 до 37,4	від 27,5 до 32,4	від 22,5 до 27,4	від 17,5 до 22,4	від 12,5 до 17,4	від 7,5 до 12,4	від 2,5 до 7,4	від 0,0 до 2,4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
День	<6	Без опадів	0–20	I	I	I	I	II	II	III	III	+
			21–40	I	I	I	I	II	II/III	III	III	+
			41–60	I	I	I	I	II/III	III	III	III	III
			61–70	II	II	II	II	III	III	III	III	III
			71–80	III	III	III	III	III	III	III	III	III
Ніч	<6		81–100	XVI	XVI	XVI	XVI	III	Ш	III	III	III
День	6–10	Без опадів (а) З опадами (б)	0–20	+	+	+	+	+	IV а, б	IV а, б	IV а, б	+
			21–40	+	+	+	+	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	+
			41–60	+	+	+	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б
			61–80	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б
Ніч	<6		81–100	XVI а, б	XVI а, б	XVI а, б	XVI а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б	IV а, б

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
День	<6	Без опадів (а)	0–20	I	I	I	I	II	II	V а, б	V а, б	+
			21–40	I	I	I	I	II	II/V а, б	V а, б	V а, б	+ V
			41–60	I	I	I	II	II/ V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б
		З опадами (б)	61–70	II	II	II	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б
			71–80	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б
Ніч	6−10		81–100	XVI а, б	XVI а, б	XVI а, б	XVI а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б	V а, б
День	6–10	Без опадів	0–20	+	+	+	+	+	VI	VI	VI	+
			21–40	+	+	+	+	VI	VI	VI	VI	+
			41–60	+	+	+	VI	VI	VI	VI	VI	VI
Ніч	6–10		61–80	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI
			81–100	XVI	XVI	XVI	XVI	VI	VI	VI	VI	VI
День	6–10	З опадами	0–20	+	+	+	+	+	VII	VII	VII	+
			21–40	+	+	+	+	VII	VII	VII	VII	+
			41–60	+	+	+	VII	VII	VII	VII	VII	VII
Ніч	6 – 10		61–80	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII
			81–100	XVI	XVI	XVI	XVI	VII	VII	VII	VII	VII

Примітка. Римськими цифрами позначено класи погод, хрестами – малоймовірні погодні умови (наявність вітру зі швидкістю 3 м/с і більше о 13 годині): а – без опадів, б – з опадами.

Таблиця 5.2 – Погоди холодного періоду року

Показники погоди	Погода з переходом температури через 0^0		Слабко морозна	Помірно морозна	Значно морозна	Сильно морозна	Жорстко морозна	Вкрай морозна
	хмарний день	ясний день						
	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Температура, °С								
середня добова	+ −	+ −	від 0 до −2,4	від −2,5 до −12,4	від −12,5 до −22,4	від −22,5 до −32,4 −	від −32,5 до −42,4	нижче −42,5
максимальна	+	+	Від'ємна	Від'ємна	Від'ємна	Від'ємна	Від'ємна	Від'ємна
мінімальна	−	−	Від'ємна	Від'ємна	Від'ємна	Від'ємна	Від'ємна	Від'ємна
Без вітру (а) З вітром (б)				а, б	а, б	а, б	а, б	а, б

Примітка. 1. Погоди без вітру (а) і з вітром (б) в свою чергу поділяються на сонячні (кількість нижньої хмарності менше 6 балів) і хмарні (при великій хмарності). 2. Плюс і мінус вказують, що середня добова температура може бути вищою або нижчою за 0^0 С.

Таблиця 5.3 – Класифікація погод (за Федоровим – Чубуковим)

Класи	Найменування погоди
Безморозні погоди	
I	Сонячна, дуже жарка і дуже суха
II	Сонячна, жарка і суха
III	Сонячна, помірно-волога і волога
V	Сонячна, помірно-волога погода з хмарністю вночі
IV	Хмарна вдень і малохмарна вночі
VI	Похмура погода без опадів
VII	Дощова похмура з опадами
XVI	Дуже жарка і дуже волога
Погоди з переходом температури через 0°С	
VIII	Хмарна вдень (перехід через 0°С в хмарну погоду)
IX	Сонячна (перехід через 0°С при сонці)
Морозні погоди	
X	Слабко морозна
XI	Помірно-морозна
XII	Значно морозна
XIII	Сильно морозна
XIV	Жорстко морозна
XV	Вкрай морозна

Слабко і помірно морозні погоди (X, XI класи) сонячні вдень і при штилі сприятливі для проведення прогулянок, спортивних ігор і кліматолікування на обладнаних верандах. Хмарність, вітер, опади при цих класах погод, пов’язані з проходженням атмосферних фронтів, роблять їх несприятливими для климатолікування і можуть бути причиною розвитку метеопатичних реакцій.

Погоди підвищеної морозності (XII, XIII класи) утрудняють проведення усіх видів кліматотерапії, однак при штилі і ясній погоді можливі прогулянки, заняття спортом. Погоди жорсткі і вкрай морозні (XIV, XV) утрудняють перебування на повітрі навіть у сонячні і тихі дні.

Якщо всі описані класи погод зобразити графічно, то можна дістати діаграму структури клімату в погодах, що наочно характеризує багаторічний режим погоди доби в сполученні з даними окремих метеорологічних величин, тобто дає уявлення про клімат району. Для прикладу наведемо структуру клімату в погодах для Ялти (рис. 5.1).

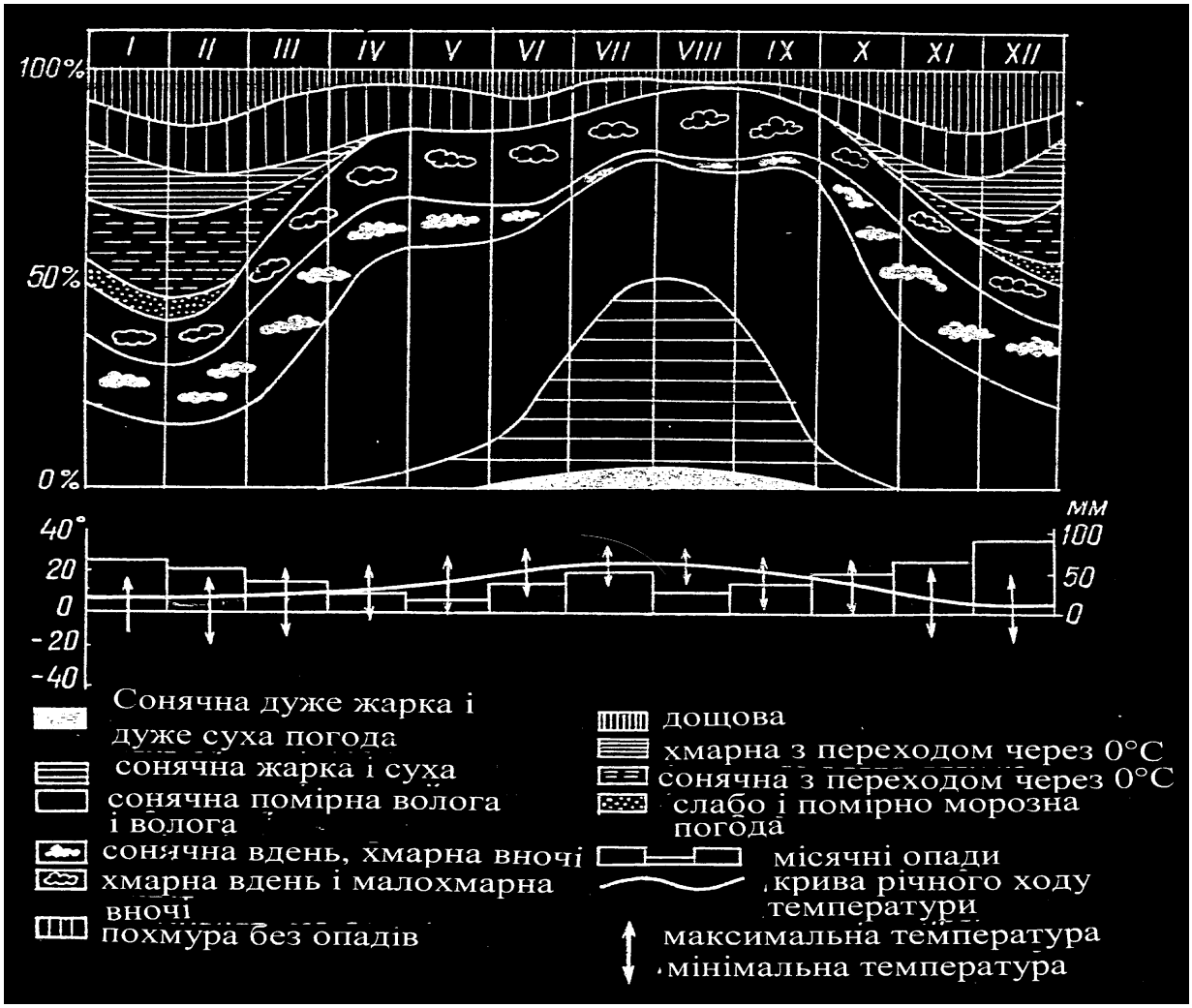


Рисунок 5.1 – Структура клімату в погодах Ялти

Слід зазначити, що окремі класи погод можуть бути сприятливими для однієї групи хворих і несприятливими для іншої, тому при аналізі метеорологічної інформації лікарі мають враховувати особливості метеорологічної ситуації, виявляти головні фактори, які спричиняють негативні реакції у хворих або перешкоджають проведенню кліматичних процедур.

5.2 Класифікація погоди для рекреації

Оцінка впливу кліматичних умов на людину залежить у першу чергу від мети дослідження. Н.А. Данилова запропонована класифікацію погоди з метою відпочинку і туризму [18]. Вона розроблена для молодих (18-40 років) здорових людей без врахування акліматизації. Правильна оцінка теплового стану туриста і відпочиваючого можлива лише в тому випадку, коли вони одягнені відповідно до сезону і погоди даного дня і зайняті

неважкою роботою (ходьба з рюкзаком, постановка намету, спортивна гра без змагань, купання у морі тощо).

В основу розроблених Н.А. Даниловою клімато-рекреаційних критеріїв покладені результати досліджень Б.А. Айзенштата, М.І. Будика, і фізіологічна класифікація І.С. Кандрора, Д.М. Дьоміної і Є.М. Ратнера. У підсумку була створена класифікація типів погоди за ступенем їхньої сприятливості для літніх видів туризму й активного відпочинку (табл. 5.4).

Для того, щоб розмежувати погоди за термічним впливом на людину, по строкових спостереженнях (опівдні, як це прийнято в біокліматології) Н.А. Данилова побудувала оціночну шкалу рекреаційних типів погоди (рис. 5.2). За цією шкалою можна визначити вплив на людину щоденних геофізичних і метеорологічних умов. Необхідно пам'ятати, що при окремих метеорологічних явищах (сильні вітри > 6 м/с, опади > 3 мм у світлу частину доби, сильні грози і тумани, урагани, смерчі, селі тощо) рекреаційна діяльність людини може бути обмежена чи цілком виключена.

Усі погоди, які зустрічаються протягом року в різних районах СНД (враховується весь рік, оскільки в південній частині європейської території, на півдні Казахстану й у Середній Азії літні види туризму і відпочинку можливі не тільки в теплий, але й у холодний період року), поділені за ступенем сприятливості для людини на такі типи.

Комфортні дні – тип погоди Н – найбільш сприятливі дні, коли спостерігається мінімальне напруження терморегуляторних систем організму і можливі будь-які літні види рекреації, які створюють певне навантаження цих систем і спряють оздоровленню, загартовуванню і тренуванню організму.

Прохолодні субкомфортні дні – тип погоди 1Х – навантаження вище певного термічного рівня.

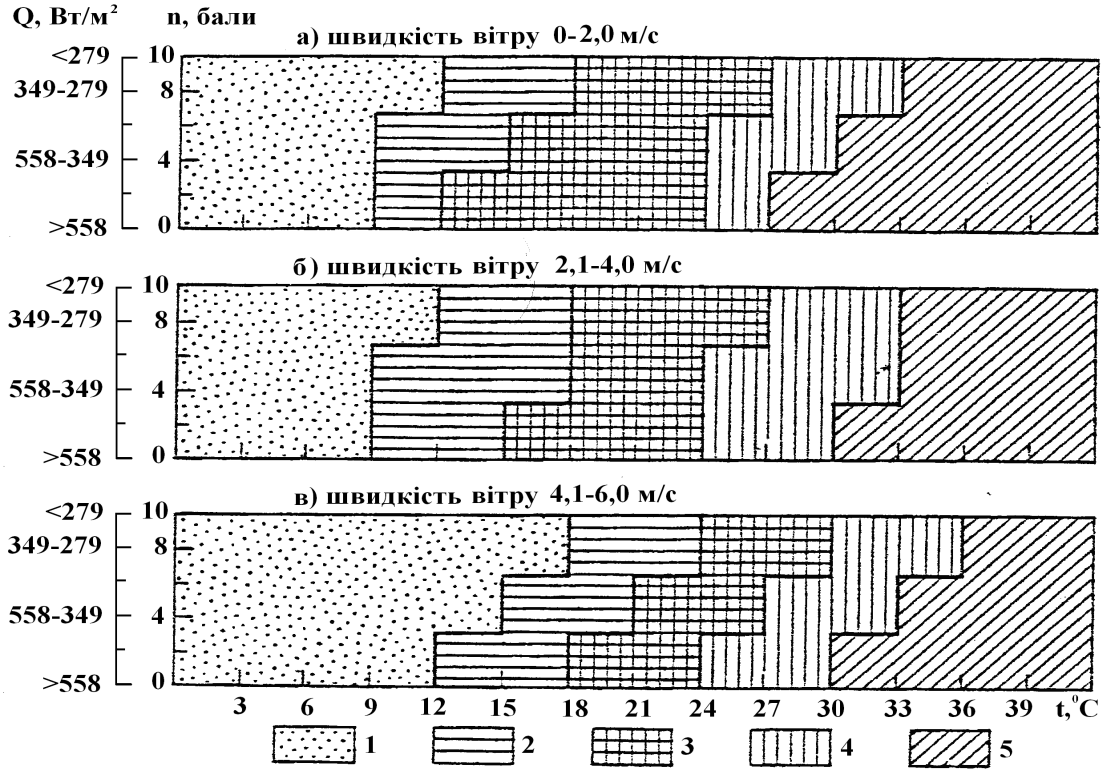
Жаркі субкомфортні дні – тип погоди 1Т – дні, коли відзначається слабке напруження терморегуляторних систем, коли рекреаційна діяльність можлива, але з деякими обмеженнями.

Ці типи погоди (1,2,3) дають у сумі загальний надзвичайно важливий показник кліматичних ресурсів території для рекреації – розподіл по ній сприятливих днів.

Дискомфортні дні – це такі дні, коли виникає настільки сильне напруження терморегуляторних систем організму, що воно може призвести до патологічних реакцій і навіть загрожувати життю людини, чи такі, коли рекреаційна діяльність небезпечна або неможлива. Сюди входять жаркі погоди 2Т і занадто холодні погоди 2Х. Цей тип складає масив несприятливих днів.

Таблиця 5.4 – Взаємозв'язок між температурою поверхні тіла людини, його фізіологічним станом, типом погоди (за Кандрором і ін.) і рекреаційна оцінка типів погоди (за Даниловою)

Середня зважена температура шкіри, °С	Тепловідчуття	Потовиділення, г/год	Терморегуляторне навантаження	Тип погоди за Кандрором	Рекреаційна оцінка погоди за Даниловою	
					Тип погоди	Визначення періоду
>34,0	Дуже жарко	>750	Надмірне	4Т	Жаркий дискомфорт	Несприятливий
>34,0	Жарко	750-400	Велике	3Т	Жаркий дискомфорт	Несприятливий
>34,0	Дуже тепло	400-250	Помірне	2Т	Жаркий дискомфорт	Несприятливий
34,0-33,0	Тепло	250-150	Слабке	1Т	Жаркий субкомфорт	Сприятливий
32,9-31,0	Комфортно	150-100	Мінімальне	Н	Комфорт	Сприятливий
30,9-29,0	Прохолодно	<100	Слабке	1Х	Прохолодний субкомфорт, частинно холодний дискомфорт	Несприятливий
28,9-27,0	Холодно	<100	Помірне	2Х	Холодний дискомфорт	Несприятливий
26,9-23,0	Дуже холодно	<100	Велике	3Х	Холодний дискомфорт	Несприятливий
<21,0	Вкрай холодно	<100	Надмірне	4Х	Холодний дискомфорт	Несприятливий



1 – холодна дискомфортна; 2 – прохолодна субкомфортна;
3 – комфортна; 4 – жарка субкомфортна; 5 – жарка дискомфортна
Рисунок 5.2 – Оціночна шкала визначення сприятливості погоди для літнього відпочинку

Комфортні погоди Н не вносять ніяких обмежень у види рекреаційних занять, оскільки їм відповідає фізіологічний оптимум.

Менш сприятливі, ніж комфортні, для літнього відпочинку і туризму субкомфортні погоди. Вони створюють слабке напруження терморегуляторних систем організму людини. При субкомфортних погодах, як прохолодних, так і жарких, види занять літнього відпочинку і туризму обмежені. Так, можливі піші прогулянки у відповідному до погоди одягу, а також далекі переходи, які мають метою загартовування і тренування терморегуляторної системи організму. В умовах прохолодного субкомфорту набір занять може збільшуватись за рахунок використання різних природних і штучних укриттів від охолодної дії вітру. При жаркому субкомфортному типі використовуються сприятливі впливи природних і штучних об'єктів, що пом'якшують жару: охолодний вплив великих водойм, озер і морів, залісених і озеленених площ і тентів, які зменшують сонячне нагрівання, і навісів різних конструкцій.

Комфортні, жаркі і прохолодні субкомфортні погоди утворюють сприятливий для літніх занять, відпочинку і туризму період. Під час його

можлива літня рекреаційна діяльність як без всяких обмежень у заняттях, так і з тими ж обмеженнями, які виникають при жаркому і прохолодному субкомфортах.

Дискомфортні погоди утворюють несприятливий період, непридатний для здійснення літніх видів занять, відпочинку і туризму.

Запропонована Н.А. Даниловою клімато-фізіологічна типізація погоди призначена для умов з оптимальною відносною вологістю, яка за оцінками гігієністів, коливається від 30 до 70%. При цьому вважається, що зміни відносної вологості повітря порівняно мало відбиваються на тепловому стані людини. Проте, не виключено, що підвищений вологовміст повітря, особливо на фоні високої температури, може спричинити відчуття духоти навіть у людей з мінімальною реакцією на мінливість погоди.

Контрольні запитання

1. На які основні групи поділено всі погоди згідно з класифікацією Федорова-Чубукова?
2. Дайте характеристику класів погоди теплого і холодного періодів.
3. Як впливають на здоров'я людей погодні умови різних класів погоди?
4. Як називають графічне зображення всіх класів погоди за класифікацією Федорова-Чубукова?
5. Мета класифікації погоди Н.А. Данилової?
   Що покладено в основу рекреаційної оцінки типів погоди?
6. За яких погодних умов рекреаційна діяльність обмежена або взагалі виключена?
7. Які типи погоди виділено згідно з класифікацією Данилової?
8. За яких типів погоди утворюються умови, сприятливі для літньої рекреаційної діяльності без обмеження, а при яких – обмежені?

6 НАСЛІДКИ ЗМІН КЛІМАТУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ

6.1 Загальна характеристика

Глобальне потепління клімату дає помітний негативний внесок у зміни здоров'я населення, хоча поки оцінка потенційного впливу змін клімату на здоров'я містить у собі велику ступінь невизначеності [19]. Зміни клімату – це проблема не лише сьогоднішнього дня, але й можливо, що у майбутньому вона ще більше загостриться для дітей і дорослих. Бо кліматичній системі властива інерція, а це означає, що вплив нинішніх викидів парникових газів проявиться через десятиліття або навіть століття. Вже тепер людство все частіше стикається з різними екстремальними природними явищами – повенями, тайфунами, погодними ситуаціями з великою кількістю жарких або, навпаки, дуже холодних днів. За оцінками ВООЗ зміни клімату у теперішній час є причиною приблизно 150 тисяч передчасних смертей і втрати приблизно 55 мільйонів чоловіко-років непрацездатності у середньому за рік у світі, що становить 0,3 і 0,4% світових показників відповідно. При цьому враховувався вплив гострих кишкових інфекцій (ГКІ), малярії, нестачі харчування, а також смертей і травм в результаті паводків. У 2000 році зміни клімату стали причиною приблизно 2,4% випадків ГКІ у світі і 6% випадків у деяких країнах із середнім рівнем доходів [46].

За 2001-2010 рр. більше 370 тис. чоловік вмерло через явища, пов'язані з потеплінням, – це на 20% більше, ніж у 1991-2000 роках. Основний внесок зробила екстремальна жара в Європі у 2003 році і у Росії у 2010 році.

За даними експертів ВООЗ, щорічно в Україні кількість смертей, пов'язаних з впливом навколишнього середовища і екологічних факторів, яким можна запобігти, становить 155 тис. або 19% від показника загальної смертності [25].

У майбутньому населення України також може зіткнутися з такими явищами, як періоди екстремальної жари (холоду), повені, погіршення якості і безпеки харчових продуктів і води, поширення інфекційних захворювань, хвороб органів дихання, нирок, серцево-судинної та нервової систем, психічних розладів тощо.

Вплив змін клімату на здоров'я людини здійснюється різними шляхами. Прямий вплив пов'язаний в основному з посиленням екстремальності клімату – збільшенням кількості днів з дуже високими і низькими температурами, частоти та інтенсивності повеней, штормів, тайфунів тощо. Непрямий вплив пов'язаний в основному зі зменшенням об'ємів доступної доброякісної питної води, зростанням площ засушливих земель, збільшенням частоти рівнів забруднення повітря за несприятливих

метеорологічних умов, появою «нових» хвороб і зміною ареалів кліматозалежних хвороб людини тощо. Наприклад, потепління клімату суттєво підвищує ризик виникнення пожеж, одним з головних наслідків яких є значне зростання концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Забруднення повітря продуктами горіння, посилюючи вплив промислових і транспортних викидів забруднюючих речовин, призводить до загострення хронічних захворювань органів дихання (зокрема, захворювань верхніх дихальних шляхів, астми, пневмонії і хронічних захворювань). До непрямих факторів можна віднести і енергетичну бідність.

Особливо ускладнює задачу оцінки кліматогенних змін здоров'я населення його поліфакторність, включаючи дію сильних некліматичних факторів – забруднення навколишнього середовища, нестачу ресурсів. Їх зміни у часі можуть спотворювати «кліматичний сигнал»: вони можуть або послаблювати, або посилювати дію кліматичних факторів.

У табл. 6.1 [38] наведено шляхи, за якими відбувається вплив змін клімату на здоров'я людей з врахуванням стану екологічних і соціальних систем, а також системи охорони здоров'я.

Таблиця 6.1 – Шляхи впливу кліматичних змін на здоров'я людей

Погодні/ кліматичні фактори	Негативні наслідки для здоров'я людей	Діапазон впливу і наслідків для здоров'я людей
1	2	3
Теплові екстрамальні умови: теплові хвилі холодові хвилі	Хвороби і смертні випадки внаслідок жари	Збільшення кількості смертних випадків і хвороб внаслідок жари Підвищення рівня смертності в уразливих групах
Екстремальні погодні умови: вітри, шторми повені, циклони	Наслідки для здоров'я, зумовлені екстремальними погодними умовами Утоплення і пошкодження, пов'язані зі штормовими припливами Проблеми зі здоров'ям серед переміщеного населення	Смертельні наслідки і пошкодження Інфекційні захворювання Токсичні забруднення Підвищений ризик захворювань через якість води Зростання кількості респіраторних і гострих кишкових захворювань внаслідок скупченості проживання людей Вплив на психічне здоров'я, включаючи наслідки для психічного здоров'я в результаті соціальних, економічних і демографічних переміщень Травми і підвищений ризик захворювань внаслідок міграції і скупченості проживання

Продовження табл. 6.1

1	2	3
Посухи, харчування і продовольча безпека	Неповноцінне харчування	Смертельні результати, неповноцінне харчування (недоїдання, білкова недостатність і/або недостатність мікроелементів), інфекційні і респіраторні захворювання
Водні ресурси і захворювання Зміни кількості опадів у вигляді дощу, наявності та якості води	Інфекційні захворювання Захворювання, пов'язані з водним шляхом зараження	Захворювання, пов'язані з водним шляхом зараження – захворювання, які передаються з водою (зараження оральним ляхом) – захворювання, зумовлені нестачею води (недотримання санітарно-гігієнічних правил)
	Інфекційні захворювання Захворювання, які передаються з продуктами харчування	Інфекційні захворювання, які передаються з продуктами харчування (включаючи спричинені сальмонелою, кампілобацилою і багатьма іншими мікробами)
Захворювання, які передаються носіями і поширюються гризунами, а також інші інфекційні захворювання	Інфекційні захворювання Захворювання, які передаються носіями і поширюються гризунами	Малярія, філяриатоз, тропічна лихорадка, жовта лихорадка, лихорадка Западного Нилу Лейшманіоз Хвороба Шагаса Хвороба Лайма, кліщовий енцефаліт Африканський трипаносомоз Онхоцеркоз
Якість повітря і захворювання	Вплив на здоров'я людей атмосферного забруднення	Загострення серцево-судинних і респіраторних захворювань через погіршення якості повітря
Аероалергени і захворювання	Алергічні захворювання	Зміни в аероалергенах (спори, пилок), які потенційно сприяють загостренню астми та інших алергічних захворювань органів дихання
Гігієна праці		
Інші фактори		
Наземні зміни		Ризик інфекційних захворювань внаслідок нових географічних ареалів і активності тварин, які переносять хвороби, комах і хвороботворних паразитів, що викликають малярію
Зміни у морській екології		Зміни у сфері розповсюдження харчових отруєнь в результаті дії токсичних водоростей
Проникнення солоної води у прибережні водоносні шари		Підвищений ризик кишкових хвороб в результаті незадовільного водопостачання

З усього різноманіття факторів, наведених у табл. 6.1 зупинимось лише на впливі екстремальних температурних умов на здоров'я населення.

6.2 Потепління клімату і здоров'я населення

Зміни клімату супроводжуються зростанням кількості днів з аномально високою температурою. Відомо, що стійка, тривала жарка погода зумовлює підвищення смертності і загострень серцево-судинних хвороб. До групи найбільшого ризику належать діти молодшого віку і люди пенсійного віку, особи, професійна діяльність яких пов'язана з перебуванням на відкритому повітрі, і люди з низьким рівнем доходів, для яких адаптаційні можливості (наприклад, використання кондиціонерів) малодоступні. У великих містах групою ризику є також люди, які мешкають або працюють в «островах тепла». Під цим терміном розуміють центральну частину міста, що характеризується щільною багатоповерховою забудівлею, великими заасфальтованими просторами, мінімальною кількістю зелених насаджень і відкритих водойм. У таких умовах вплив жари є найбільш згубним. Сучасне потепління клімату супроводжується зростанням кількості днів з екстремально високою температурою [38].

У Європі літо 2003 року визнано найжаркішим за останні 500 років. Аномально високі температури спостерігались у липні-серпні: у Великобританії – до 38,1 °С, Баварії – до 40,4 °С, на півночі Італії – до 40 °С, в горах Австрії – до 52 °С, у Франції – до 35 °С протягом 11 днів. За останні роки у деяких містах різко збільшилась амплітуда коливань літніх температур (у Парижі, наприклад, коливання середніх місячних температур раніш знаходились у межах 8 °С, а під час жари 2003 року зросли до 12 °С). Внаслідок цього у Франції з 1 по 20 серпня 2003 року, коли максимальна температура повітря була вище 35 °С, кількість додаткових випадків смерті досягнула 14800 [41]. Це на 60% більше, ніж у цей же період часу 1999-2002 рр. (рис. 6.1). В окремі дні кількість додаткових випадків смертності досягала 2200 (у 70% випадків вмирали люди старше 75 років). В Італії за червень-серпень додаткова смертність становила 3134 випадків (92% з них – за рахунок людей старше 75 років). Найбільше зростання смертності виявлено у північній частині Італії.

Жаркий серпень 2003 року став причиною до 6 тисяч додаткових смертей в Іспанії та 1,3 тис. у Лісабоні [47].

У жаркі дні також загострювались різні серцево-судинні захворювання, наприклад, стенокардія, з появою болю у грудній клітці, головного болю, запаморочення, нудоти, відчуття втоми тощо [45].

В цілому влітку 2003 року у Західній та Центральній Європі в результаті екстремальної жари загинуло, за різними оцінками, від 27 до 40 тисяч людей.

У 2006 році хвиля жари стала причиною смерті ще 1000 чоловік у Нідерландах, а влітку 2010 року – 500 чоловік. За оцінками голандських статистиків перевищення порога температури повітря на 1°С призводить у цій країні до збільшення смертності на 30 випадків на тиждень [48].

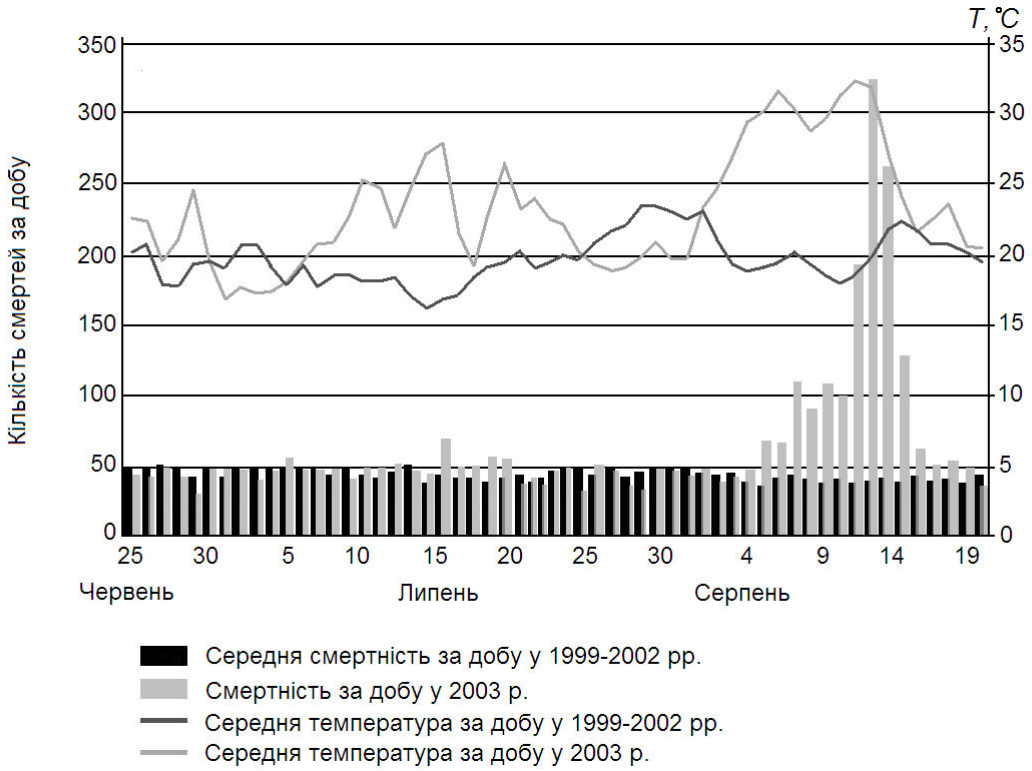


Рисунок 6.1 – Додаткова смертність у Парижі під час хвилі тепла на початку серпня 2003 р. (INVS, 2003)

Дані більше ніж п’ятидесяти європейських досліджень смертності населення у періоди літньої жари показали, що найбільш високі показники смертності були серед людей похилого віку, які страждають на хронічні захворювання серцево-судинної системи, органів дихання, діабетом, госпіталізованих осіб, а також людей, що мешкають в містах (порівняно з передмістям).

Абсолютним рекордсменом за весь період регулярних метеорологічних спостережень у Росії стало літо 2010 року: перманентна хвиля жари з середньою добовою температурою вище 25 ºС тривала 40 днів, що призвело до підвищення смертності у країні порівняно з липнем-серпнем 2009 року на 54 тис. випадків (за офіційними даними Росстата) [29]. Так лише у Москві смертність зросла на 11 тис. (або на 55%), причому у серпні

через пожежі відбулось більш різке її збільшення від захворювань органів дихання, від інфекційних і паразитарних захворювань (на 61,5% порівняно з липнем-серпнем 2009 року), новоутворень (на 70,2%), від зовнішніх причин, тобто втоми, вбивств, самогубств, травм, дорожньо-транспортних подій тощо (у липні на 52,9%). Із зовнішніх причин найбільше зросла смертність від самогубств – у липні на 63 випадки або 101,6%, і серпні на 38 випадків або 52,1% [30]. Про те, що під час жари підвищується кількість випадків суїцидів повідомляють і інші автори.

Під час жари влітку 2010 року у мільйонів людей знизився імунітет і підвищилась уразливість відносно простудних та інфекційних захворювань, що спричинило зростання ризику епідемій у осінньо-зимовий сезон 2010-2011 рр. У майбутньому при збільшенні кількості днів з аномально високою температурою кількість додаткових випадків летального результату може зростати. У цілому по країні без врахування втрат 2010 року лише у липні збільшення смертності може становити від 4,3 до 7,7 тис. випадків [43].

Слід зазначити, що наслідки потепління клімату для населення можуть бути різними у північних і південних регіонах, через те що мешканці півдня краще адаптовані до жари. Підтвердженням цього може служити співставлення показників смертності у двох містах США і Канади – південному Даласі, розташованому на широті азіатських республік колишнього СРСР, і північному Монреалі, який хоча і знаходиться на широті Краснодара та Сочі, але по клімату більш схожий з Москвою. У Монреалі смертність населення починала зростати за температури 29 °С, а у Даласі – при перевищенні 39 °С. Автори цієї роботи вважають температуру 29 °С пороговою для жителів північних територій [42]. Навіть короткочасне перевищення температури може стати причиною підвищення смертності населення. У Чикаго в результаті п’ятиденної жари, коли температура сягнула 40° С, кількість смертей зросла на 85%, а кількість госпіталізацій – на 11% порівняно з аналогічним періодом у попередні роки. Сильна жара призвела не лише до 514 випадків додаткових смертей, але й до 3300 додаткових випадків невідкладної госпіталізації. Основними причинами смертельних наслідків у ці жаркі дні були ішемічна хвороба серця, діабет, захворювання органів дихання, нещасні випадки, самогубства та вбивства, а причинами госпіталізації – захворювання серцево-судинної системи, органів дихання, нирок, нервової систем, епілепсія [44]. Це цілком зрозуміло, бо жара не тільки спричиняє порушення діяльності серцево-судинної системи, але й впливає на психологічний стан людини.

Виконані ВООЗ дослідження з визначення порога температурної комфортності, перевищення якого призводить до збільшення смертності жителів міст світу, показали аналогічні результати: в різних регіонах

різкий підйом кривої смертності починається за різної температури повітря (наприклад, у середземноморських містах у середньому вище 28 °С, у Хельсинки – 23,6 ºС). Обговорювалась необхідність використання і інших метеорологічних показників – максимальної та мінімальної добової температури, перепадів температури протягом дня.

Дані по Росії підтверджують цю закономірність. Було виявлено зв'язок між кількістю звернень за екстреною медичною допомогою, загальною смертністю і смертністю від низки причин (травми, утоплення і самогубства), з одного боку, і температурою повітря у літній період, з другого. При підвищенні максимальної добової температури на 10 ºС кількість звернень і смертність від окремих причин зростали вдвічі, показник загальної смертності – на 8%.

Епідеміологічні дослідження у Москві дозволили встановити, що пороговою для збільшення смертності є середня добова температура 25 ºС [32].

Кількість досліджень з вивчення зв'язків між метеорологічними факторами і смертністю населення міст, розташованих у різних кліматичних зонах, є достатньо великою. В результаті таких досліджень будувались температурні криві смертності, які відображають залежність щоденної смертності від середньої добової температури повітря і ґрунтуються на статистичній обробці часових рядів добової смертності за багаторічні періоди. Такі криві побудовано для багатьох міст Європи, США, Канади, Японії. Було показано, що залежність між температурою і смертністю нелінійна по всьому температурному діапазону, а для деяких причин смерті (наприклад, для смертності від всіх природних причин і серцево-судинних захворювань) вона має вигляд V- або U-подібної кривої, з мінімумом у певній точці, область навколо якої і можна вважати областю температурного комфорту. Для населених пунктів, розташованих у різних кліматичних умовах, існують різні значення температурного комфорту. Так, аналіз розподілу добової середньої смертності від всіх причин у Мадриді як функції добової максимальної температури повітря за 1986-1997 рр. [40] дозволив встановити, що між названими показниками існує звичайна V-подібна залежність, а мінімум спостерігається при 30,8 ºС (комфортна температура). Права гілка кривої має набагато більшу крутизну нахилу, ніж ліва. Це свідчить про те, що жара впливає на смертність сильніше, ніж холод [37]. Добова максимальна температура, при якій нахил кривої залежності між смертністю і температурою стає крутішою, дорівнює 36,5 ºС.

У Мадриді вплив надзвичайно жарких днів на смертність найбільший серед жінок старше 75 років (зростання на 28,4% на кожен градус вище 36,5 ºС). Зростання смертності від серцево-судинних захворювань більше, ніж зростання смертності від респіраторних

захворювань. У чоловіків зростання смертності більше у віковій групі від 65 до 75 років (підвищення на 14,7% на кожен градус вище 36,5 ºС), але при більшому внеску смертності від респіраторних захворювань [39].

І якщо температура у майбутньому залишиться навіть такою ж як сучасна, то у тих країнах і регіонах, де спостерігається старіння населення, кількість захворювань, спричинених хвилями тепла, буде зростати через високий рівень чутливості осіб похилого віку до дії термічного фактора. Так у Росії частка осіб старше 59 років (одної з груп ризику) до 2025 року досягне 27,6%, а до 2050 року – 36,1%, тобто буде у 2 рази більшою, ніж у 1989 р. (18,5%) [25]. У Європі відзначається ще більше зростання очікуваної тривалості життя і старіння населення. Найвищим індексом старіння (відношення чисельності населення старше 65 років до чисельності населення у віці 0-14 років) характеризуються Германія, Італія та Іспанія [26].

Кількість теплових хвиль значно зросла за останні 100 років і вони стали з'являтись у 2-4 рази частіше. За прогнозами протягом наступних 40 років їх стане у 100 разів більше.

У періоди надзвичайної жари на здоров'я людини впливає не лише жара сама по собі, але й ультрафіолетове випромінювання, приземний озон та інші речовини, які забруднюють повітря, і прямо або непрямо пов'язані з погодними умовами.

Слід зазначити, що МГЕЗК прогнозує підвищення середньої температури поверхні Землі у XXI столітті на 1,4-5,8 ºС. Як наслідок цього, прогнозується антропогенне потепління в середньому на 0,1-0,5 ºС кожні десять років протягом поточного століття. Після XXI століття можна очікувати ще більших змін.

Вплив екстремальної літньої жари на здоров'я людини може посилюватися підвищенням вологості повітря. Періоди сильної жари зазвичай настають у синоптичних ситуаціях, які характеризуються чітко вираженим уповільненим розвитком і рухом повітряних мас, що веде до інтенсивного і затяжного теплового стресу. Проте навіть короткочасні або помірні епізоди жари негативно впливають на здоров'я людини.

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я річний показник додаткової смертності у літній період, яка може бути віднесена на рахунок змін клімату, до 2050 року зросте у декілька разів. Тому експерти ВООЗ наполегливо рекомендують системі охорони здоров'я відігравати більш активну роль у боротьбі з сучасними і очікуваними наслідками впливу змін клімату.

В Україні зміни клімату можуть негативно вплинути на такі групи захворювань, як серцево-судинні, респіраторні, інфекційні, онкологічного профілю, захворювання опорно-м'язової системи, травми різної етіології.

Виходячи зі сказаного, країнам і містам вже тепер треба думати про створення систем попереджень про настання сильної жари.

6.3 Ризики від змін клімату та заходи з адаптації до них в Україні

Україна входить у перелік країн, які підписали і ратифікували Рамкову конвенцію ООН про зміни клімату і Кіотський протокол до неї, та взяли на себе зобов'язання не лише захищати кліматичну систему на благо сучасного і майбутнього поколінь людства, але й виконувати свої індивідуальні зобов'язання як Сторони Конвенції і Протоколу. Зокрема, Україна зобов'язалась проводити політику і заходи, спрямовані на боротьбу зі змінами клімату, враховуючи реальні соціально-економічні умови країни, охоплюючи усі джерела і поглиначі парникових газів, а також відповідні сектори економіки [33].

Кліматичні зміни і їх наслідки потребують розробки і здійснення органами охорони здоров'я і цивільної оборони стратегій, напрямів політики і заходів по адаптації, які мають за мету зменшити потенціальний вплив на здоров'я.

У 2009 р. під егідою ООН Глобального Договору був підготовлений огляд про сприйняття змін клімату в Україні «Survey on Climate Change Perceptions in Ukraine». Більшість експертів, які прийняли участь у такому дослідженні, пов'язують глобальні зміни клімату з серйозними природними, економічними і соціально-економічними ризиками як для людства в цілому, так і для України зокрема. Автори Повідомлення України, підготованого на виконання статей 4 і 12 Рамкової конвенції ООН про зміни клімату і статті 7 Кіотського протоколу [33] в оцінці можливих ризиків через зміни клімату на території України виділили низку найбільш важливих аспектів і напрямів.

До прямих ризиків віднесено наступні:

– Зростання частоти та інтенсивності кліматичних аномалій і екстремальних погодних явищ, таких як шквали, ураганні вітри, смерчі, аномальні коливання температури, повені тощо; повторюваність таких явищ збільшилась у 1,5-2 рази.

– Повторюваність частоти засух (за період 1989-2009 рр. їх повторюваність зросла майже вдвічі). Засухи стають більш частими та інтенсивними. Відмічається тенденція поширення засух на регіони, які традиційно відносились до зони достатнього зволоження (Полісся, північні райони лісостепу).

– Підвищення рівня захворюваності і смертності населення. Тепловий стрес найбільшою мірою загрожує уразливим шарам населення у містах (людям похилого віку, дітям, хворим, які страждають на кардіологічні хвороби тощо).

– Підвищення рівня Чорного і Азовського морів, яке загрожує розмиванню прибережних територій.

– Зменшення продуктивності лісів. В Україні може з'явитись раніше не властива їй зона помірно теплого сухого лісу, який нагадує ліси центральних районів США. У степовій зоні природні умови будуть

нагадувати клімат степової зони Іспанії. Степова частина Криму увійде в зону субтропіків. Зона помірно теплого сухого лісу може зайняти територію сьогоднішньої лісостепової зони і частково лісової зони Полісся.

– Скорочення біологічного різноманіття.

До непрямих ризиків віднесено:

– Зростання міграції населення, поява «кліматичних біженців».
– Негативний вплив на стан продовольчої безпеки.
– Ризики, пов'язані з економічною безпекою держави.
– Збереження технологічного відставання основних галузей промисловості.
– Недоотримання коштів від реалізації надлишків квот на викиди парникових газів, які могли б спрямовуватись на модернізацію економіки та підвищення енергетичної безпеки України.
– Погіршення іміджу України на міжнародній арені у випадку продовження слабкої і безініціативної позиції України у переговорному процесі по всіх аспектах проблем змін клімату.

Рамкова конвенція ООН про зміни клімату передбачає виконання Сторонами вимог відносно формулювання, здійснення та регулярного обновлення національних програм. Ці програми містять заходи щодо запобігання наслідків змін клімату шляхом вирішення проблеми антропогених викидів з джерел і абсорбції поглиначами всіх парникових газів, які не регулюються Монреальським протоколом, і заходи щодо адекватної адаптації до зміни клімату.

На сьогоднішній день в Україні розробляється Національний план адаптації до змін клімату, в якому будуть запропоновані заходи з мінімізації негативного впливу аномальних погодних явищ на всі галузі економіки країни, життєдіяльність населення і стан навколишнього середовища, але головні акценти будуть розставлені в ньому на сільське господарство, енергетику і охорону здоров'я (табл. 6.2 [34]). Заходи з адаптації мають бути специфічними для різних секторів економіки в контексті: змісту, вартості, часових рамок впровадження.

У 2007 році було створено Національне агентство екологічних інвестицій України (після останньої реорганізації – Державне), основною задачею якого є забезпечення виконання вимог Конвенції та впровадження механізмів Кіотського протоколу. У ньому створено відділ взаємодії з Секретаріатом Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та адаптації до змін клімату.

За інформацією Державного агенства екологічних інвестицій, до розробки плану залучено провідні науково-дослідні інститути і вчених України. У ньому будуть також враховані всі важливіші результати досліджень світової науки і висновки щорічних конференцій Рамкової конвенції ООН по зміні клімату.

Таблиця 6.2 – Заходи, які запропоновано для включення у проект Національного плану адаптації до змін клімату на 2012-2014 рр., (знаходяться у процесі узгодження і визначення джерел фінансування)

Реалізація заходів з адаптації до зміни клімату на загальнодержавному рівні
Удосконалення діючої загальнодержавної системи спостереження і прогнозування стихійного природного лиха та екстремальних гідрометеорологічних явищ, збільшення кількості та інтенсивності яких пов’язане зі зміною клімату
Формування регіональної політики з питань адаптації до зміни клімату
Забезпечення включення окремих заходів з адаптації до зміни клімату до місцевих планів дій з охорони навколишнього природного середовища при їх розробленні
Забезпечення включення до генеральних планів розвитку міст та селищ міського типу специфічних заходів з адаптації до зміни клімату, в тому числі до збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
Перегляд проектів облаштування зливних каналізаційних мереж у населених пунктах з метою адаптації до збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ внаслідок зміни клімату
Розроблення і затвердження регіональних схем екомережі
Визначення специфічних заходів з адаптації до зміни клімату у сфері охорони здоров'я та в галузях (секторах) економіки з метою планування галузевих (секторальних) програм розвитку
У сфері охорони здоров’я
Визначення заходів з посилення профілактичної діяльності в умовах екстремальних гідрометеорологічних явищ, зокрема під час тривалих періодів сильної спеки
Забезпечення технічного переоснащення медичних закладів з врахуванням кліматичних умов, що змінюються
Розроблення методів протидії інфекційним, серцево-судинним, респіраторним захворюванням, що виникають внаслідок зміни клімату
В агропромисловому секторі
Ведення селекції у рослинництві з урахуванням зміни кліматичних умов
Забезпечення перегляду розподілу спеціалізованих зон насінництва у зв’язку зі зміною кліматичних умов
Запровадження оптимальних термінів основних технологічних заходів у рослинництві у зв’язку зі зміною кліматичних умов
Ведення селекції у тваринництві та птахівництві на підприємствах агропромислового комплексу з урахуванням зміни кліматичних умов
Ведення селекції у рибному господарстві з урахуванням зміни кліматичних умов
Забезпечення стимулювання широкого запровадження страхування ризиків у сільському господарстві
У сфері використання земельних і лісових ресурсів
Підготовка та затвердження комплексу заходів з боротьби із опустелюванням та деградацією земель, відтворення та підвищення родючості ґрунтів
Розроблення заходів з поліпшення стану та якісного складу лісів, посилення їх екологічних, економічних і соціальних функцій в умовах зміни клімату
У сфері використання поверхневих водних ресурсів
Розроблення заходів із протипаводкового захисту в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ

Продовження табл. 6.2
Розроблення заходів з безпечної експлуатації гідротехнічних споруд в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
У паливно-енергетичному комплексі
Розроблення заходів із зміцнення інфраструктури поверхневих ліній передачі і розподілення енергії у зв'язку зі збільшенням кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
Розроблення заходів із забезпечення регулювання параметрів роботи об'єднаної енергетичної системи України у зв'язку зі збільшенням ймовірності аварійних ситуацій на енергогенеруючих підприємствах внаслідок збільшення частоти і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
У транспортно-дорожній сфері
Забезпечення розроблення і впровадження галузевих стандартів, технічних умов та будівельних норм з урахуванням чинника, пов'язаного зі зміною клімату
Розроблення заходів із забезпечення безпеки пасажирських перевезень і перевезень вантажів авіаційним, автомобільним, залізничним, морським, річковим, міським електричним транспортом в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
У сфері будівництва
Забезпечення розроблення і впровадження н*ових* державних будівельних норм, методології проектування, будівництва та реконструкції об'єктів цивільного і промислового призначення, інженерно-транспортної інфраструктури з урахуванням чинника, пов'язаного зі зміною клімату

Зволікання з проведенням сучасних адаптаційних заходів, включаючи готовність до надзвичайних ситуациій, відгукнеться соціальними втратами (життя і здоров'я населення) та економічними збитками, масштаб яких має характер стратегічних ризиків розвитку країни та загрози національної безпеки [65].

Здатність адаптуватись у майбутньому до наслідків змін клімату залежить від майбутніх рівнів економічного і технічного розвитку, місцевих умов навколишнього середовища і якості та доступності медико-санітарної допомоги, інфраструктури громадської охорони здоров'я. Великий вплив на здоров'я людей здійснюють соціальні, економічні, політичні, екологічні і технологічні фактори.

Контрольні запитання

1. Як зміни клімату вже тепер впливають на смертність людей за оцінкою ВООЗ?
2. Назвіть шляхи впливу кліматичних змін на здоров'я людей.
3. Які категорії людей знаходяться у групі найбільшого ризику від тривалої жари?
4. Коли спостерігалось найжаркіше літо в Європі і якими були наслідки його?
5. Назвіть прямі і непрямі ризики від змін клімату для України.

ЛІТЕРАТУРА ДО ЧАСТИНИ 1

1. Бондарь С.Б. Ингредиенты химического загрязнения в экосистеме шхерного мелководья островов Аргентинского архипелага (район украинской антарктической станции "Академик Вернадский"). / С.Б. Бондарь, И.Г. Орлова, В.П. Усенко // Бюл. УАЦ. – 2000. – Вип. 3. – С. 100-107.
2. Бондарь С.Б. К вопросу об организации и отдельные результаты комплексного экологического мониторинга в районе антарктической станции "Академик Вернадский"/ С.Б. Бондарь, И.Г. Орлова // Бюл. УАЦ. – 1998. – Вип. № 2. – С. 160-170.
3. Виденна Н.Г. Отчет отряда экологической паспортизации станции "Академик Вернадский". / Н.Г. Виденна // Рейсовий звіт І Український морській комплексной антарктичной експедициії. – Київ УАЦ, Міннауки Україні, 1997. – С. 16-36.
4. Віденіна Н.Г. Характеристика впливу антарктичної станції "Академік Вернадський" та морської експедиції НДС "Ернст Кренкель" на природне середовище (1997-1998 рр.). / Н.Г. Віденіна, В.П. Рибачук, С.Б. Бондар // Бюл. УАЦ. 1998. – Вип. 2. – С. 148-159.
5. Віденіна Н.Г. До оцінки впливу антарктичної станції "Академік Вернадський" на природне середовище. // Н.Г. Віденіна, В.П. Рибачук // Бюл. УАЦ. – 1997. – Вип. 1. – С. 160-177.
6. Гожик П.Ф. Аспекти дослідження геоекосистеми акваторії архіпелагу Аргентинських островів. / П.Ф. Гожик, В.П. Усенко // Бюл УАЦ. – 1997. – Вип. 1. – С. 217-227.
7. Голицын В.В. Антарктика: Тенденции развития режима. / В.В. Голицын – М: Междунар. отношения, 1989. – 333 с.
8. Доценко С.А. Гидролого-гидрохимическая, характеристика шхерного мелководья в районе Аргентинских островов. / С.А. Доценко, Н.И. Рясинцева, Л.Е. Рязанова, П.Т. Савин // Бюл.УАЦ. – 1997. – Вип. 1. – С.141-148.
9. Екологічне право України: [підруч. для студ. юрид. спец. вищ. навч. закл.] / за ред. А. П. Гетьмана та М. В. Шульги. – Харків. : Право, 2009. – 328 с.
10. Інструкції по безпечній експлуатації балонних газогенераторов АВГ 45 і балонів з воднем. – К.: Держкомгідромет України, 1995. – 39 с.
11. Методические рекомендации по определению валового и некоторых форм органического азота при морских рыбохозяйственных исследованиях. – М.: ВНИРО, 1985. – С. 4-6.
12. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 56-59.
13. Петров В.В. Экология и право. / В.В. Петров. – М.: Юр. лит., 1981. – 217 с.

14. Попов Н.И. Морская вода. / Н.И. Попов, К.Н. Федоров, В.М. Орлов – М.: Наука, 1979. – С. 47-58.
15. Руководство по методам химического анализа морских вод. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – С. 66-127.
16. Рясинцева Н.И. Изучение скорости деструкции органических загрязняющих веществ в водах района украинской антарктической станции "Академик Вернадский". / Н.И. Рясинцева, П.Т. Савин // Бюл. УАЦ. – 1997. – Вып. 1. – С. 11-17.
17. Рясинцева Н.И. Экологические проблемы Украинской антарктической станции "Академик Вернадский". / И.М. Рясинцева, П.Т. Савин // Бюл. УАЦ. – 1998. – Вип. 2. – С. 171-177.
18. Рясинцева Н.И. Некоторые результаты изучения загрязнения вод и донных отложений различных районов Субантарктики. / И.М. Рясинцева, и др.. // Бюл. УАЦ. – 1998. – Вип. 2. – С. 178-190.
19. Экономопулос А.П. Руководство по методикам ускоренной инвентаризации и их использованию при выработке стратегий природопользования. Часть 1: Методика ускоренной инвентаризации источников загрязнения окружающей среды. / А.П. Экономопулос. // ВМО, Женева. – 1993 – гл. 4. – С. 4-7.
20. BAS. Annual report 1995-96. Natural Environment Research Council, British Antarctic Survey. – 1996. – P. 94-95.
21. COMNAP. The Antarctic Environmental Assessment Process; Practical Guidelines (June 1991/Revised March 1992).
22. COMNAP. Format for Waste Management Report (Revised 1992).
23. Final Report of the XX Antarctic Treaty Consultative Meeting. – Нідерланди, Утрехт, 29.04 -10.05.96.
24. Greenpeace 1992/93 Antarctic Expedition Report Amsterdam: Greenpeace International. – 1994. – P. 96-101.
25. New Zealand Antarctic Programme Environmental Audit Under the 1991 Madrid Protocol.
26. SCAR Group of Specialists on Environmental Affairs and Conservation (GOSEAC). V Meeting, 1994//SCAR report. – 1996. – № 12. – P. 5.
27. SCAR GOSEAC. VI Meeting. 1995//SCAR report. – 1996. – № 12. – С. 24-25.
28. Sherman K. Assessment and monitoring of large marine ecosystems // Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems. / K. Sherman, D.A. Bush / Edited by D.J.Rapport, C.L.Gaudet and RCalow. – NATO ASI Series. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1995. – Vol. № 28. – P. 385-430.

ЛІТЕРАТУРА ДО ЧАСТИНИ 2

1. Адаменко В.Н., Хайруллин К.Ш. Оценка пребывания человека на открытом воздухе зимой с учётом микроклимата застройки. – Тр. ГГО, вып. 248, 1969. – С. 74-81.
2. Айзенштат Б.А., Лукина Л.П. Биоклимат и микроклимат Ташкента. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 125 с.
3. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 266 с.
4. Бедный М.М. Демографические факторы здоровья. – М.: Финансы и статистика, 1984. – 246 с.
5. Белан Б.Д. Тропосферный озон. 1. Свойства и роль в природных и техногенных процесах // Оптика атмосферы и океана, 21, №4. – 2008. – С. 299-322.
6. Белинский В.А. Ультрафиолетовая радиация Солнца и неба важнейший элемент географической среды // Вопросы географии: сб.ст. -М.: Мысль, 1972. - Вып. 89. - С. 17-28.
7. Бокша В.Г., Б.В. Богуцкий. Медицинская климатология и климатотерапия. Киев: Здоровье, 1980. – 268 с.
8. Борисова С.В., Катеруша Г.П. Залежність захворювань на рак шкіри від ультрафіолетової радіації //Проблеми радіаційної медицини та радіобіології: збірник наукових праць. – К.:ДІА, 2005. – Вип.11. – С.426-432.
9. Борисова С.В., Катеруша Г.П. Динаміка приземного та загального вмісту озону над північною частиною Чорного моря //Проблеми радіаційної медицини та радіобіології: збірник наукових праць. – К.:ДІА, 2005. – Вип.11. – С.433-443.
10. Британев А.С. Озон в тропосфере// Труды ЦАО, 1965. – Вып. 66 – С. 19-50.
11. Будыко М.И., Циценко Г.В. Климатические факторы теплоощущения человека. – Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1960, № 3. – С. 3-11.
12. Бутьева И.В., Т.Г.Шейнова. Методические вопросы интегрального анализа медико-климатических условий // Комплексные биоклиматические исследования. – М., 1988. С. 80-84.
13. Воронов А.Г. Медицинская география. Общие вопросы. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 161 с.
14. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Прикладна кліматологія. Конспект лекцій. Дніпропетровськ: Економіка, 2005. – 131 с.
15. Головина Е.Г., Русанов В.И. Некоторые вопросы биометеорологии. РГГМИ, ТГУ, СПб, 1993. – 90 с.

16. Григорьев И.И., Григорьев А.И., Григорьев К.И. Медицинская керосология (погода и организм человека). М. 1997. – 53 с.
17. Григорьева Е.А. Эколого-климатические условия Еврейской автономной области и их влияние на здоровье населения. Диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук. – Владивосток, 2003. – 174 с.
18. Данилова Н.А. Климат и отдых в нашей стране. М.: Мысль, 1980. – 156 с.
19. Изменения климата и здоровье человека: угрозы и ответные меры. Резюме. ВОЗ, ВМО, ЮНЕП, 2003.
20. Исаев А. А. Экологическая климатология. – М.: Научный мир, 2001. – 458 с.
21. Кронрод Б.А., Рубин Л.Р. К вопросу о роли инсоляции в генезе рака кожи // Вестн. дерматологии и венерологи. – 1971. – №2. – С. 50-54.
22. Кучер Т.В., Колпащикова И.Ф. Медицинская география. – М.: Просвещение, 1996. – 160с.
23. Лисицын Ю.П. Концепция факторов риска и образа жизни // Здравоохр. Рос. Федерации. – 1998. – № 3. – С. 49-52.
24. Мазурин А.В., Григорьев К.И. Метеопатология у детей. – М.: Медицина, 1990. – 144 с.
25. Обиход А. Человек и жара: оптимизация взаимодействия «Зеркало недели. Украина» №26, 3 августа 2012.
26. Периоды сильной жары: угрозы и ответные меры. Серия «Здоровье и глобальное изменение окружающей среды» №2. ВОЗ. 2005. – С.122.
27. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 671 с.
28. Прохоров Б. Б. Понятие «уровень здоровья» в исследованиях по экологии человека // Методологические проблемы экологии человека. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отделение, 1988. – С. 70-76.
29. Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 // Экология человека. 2011. № 7.
30. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуации и прогнозные оценки. – М.: ЛЕНАНД, 2010. С.208.
31. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Климатические условия, качество атмосферного воздуха и смертность населения Москвы в 2000-2006 гг.//Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей/Под ред. Б.А.Ревича. – М.: Адамантъ, 2006. С. 102-141.

32. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Семутникова Е.Г. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы в 2000-2006 гг. //Медицина труда и промышленная екология. 2009. – С. 29-35
33. Третье, четвёртое и пятое национальные сообщения Украины по вопросам изменения климата подготовленные на выполнение статей 4 и 12 Рамочной конвенции ООН об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола. Киев. – 2009. – С. 367.
34. Трофимова И.В., Шмурдак А.Л. Деятельность по адаптации к изменению климата в Украине. Разработка Национального плана Украины по адаптации к изменению климата: проблемы и пути их решения. Тезисы к выступлению на Пятой встрече рабочей группы проекта «Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменениям климата в бассейне реки Днестр». Кишинёв, 7 июня 2012 г.
35. Чубинский С.М. Биоклиматология. М.: Медицина, 1965. – 198 с.
36. Шелейховский Г.В. Микроклимат южных городов. М.: Акад. мед. наук, 1948. – 88 с.
37. Alberdi et al., 1998 Alberdi JC et al. (1998). Daily mortality in Madrid Community (Spain) 1986–1991: relationship with atmospheric variables. *European Journal of Epidemiology*, 14. P. 571–578.
38. Climate Chang 2007, 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Parry M. L., Canziani O. F., Palutikof J. P., van der Linden P. J., and Hanson C. E., eds., Cambridge, UK, Cambridge University Press. – 976 p..
39. Diaz J et al. (2002). Heat waves in Madrid, 1986–1997: effects on the health of the elderly. International Archives of Occupational and Environmental Health, 75. P. 163–170.
40. Diaz J, Lopez Santiago C (2003). Health impact of thermal extremes in Iberia: analysis and trends. cCASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany.
41. INVS (Impact sanitaire de la vague de chaleur d'aout 2003 en France. Bilan et perpectives), 2003. Health impact of the heat wave in August 2003 in France. Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice, 120 p.
42. Kalkstein L. S., Smoyer K. E. The impact of climate change on human health: Some international implications//Experiencia. 1993. № 49. P. 469-479.
43. Kramer L. D., Hardy J. L., and Presser S. B., 1983. Effects of temperature on extrinsic incubation of the vector competence of *Culex tarsalis* for western equine encefalomyelitis virus, American J. of Tropical Medicine and Hygiene, vol. 32. P. 1130-1139

44. McGeehin M. A., Mirabelli M. The potential impacts of climate variability and change on temperature_related morbidity and mortality in the United States//Environmental Health Perspectives. 2001. Vol. 109. Suppl. 2. P. 185-189.
45. Plan Canicule. Dossier de presentation. Ministere de la Sante et de la protection sociale, 2004. – 46 p.
46. *Revich B., Shaposhnikov D.* High Summer Temperatures and Environmental Health, Tver Case_Study (Russia)//The Future for Our Children: ISEE Meeting. Hungary, 2003. – P. 40.
47. Smoyer K. E. A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri — 1980 and 1995, Int. J. Biometeorol., 1998. No. 1, pp. 44-50
48. www.rnw.nl/eglish/bulletin/heatwave-causes-500-extra-deaths.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

А

Адаменко В.Н. – 121, 122
Айзенштат Б.А. – 90, 107, 141, 142, 146, 159
Акимович М.М. – 115
Александров В.А. – 89
Алісов Б.П. – 152
Аристотель – 8
Арнольді І.І. – 120, 122
Амундсен Р. – 30

Б

Балалла О.Д. – 115
Бернхард О. – 88
Бєлінський В.А. – 105
Бобров А.А. – 89
Богуцький Б.В. – 86, 92
Бойко А.Н. – 89
Бокша В.Г. – 86, 92
Боткін С.П. – 89
Бразол Д. – 115
Брітаєв О.С. – 130
Будико Д.І. – 90, 141, 142, 159
Бутьєва І.В. – 91, 100, 109

В

Вернадський В.І. – 9, 24, 32
Воєйков А.І. – 30, 89
Воронін Н.М. – 89

Г

Гален К. – 88
Геккель Е. – 8
Гіпократ – 87, 88
Григор'єв І.І. – 89, 97
Гумбольдт А. – 88

Д

Данилова Н.А. – 91, 158, 159, 162
Данішевський Г.М. – 89
Дарвін Ч.– 9
Деряпа Н.Р. – 91
Дьоміна Д.М. – 159

З

Захар'їн Г.А. – 89

К

Калітін Н.Н. – 89
Кандрор І.С. – 91, 159
Каспер І. – 88
Кренкель Е. – 57
Кронрод Б.А. – 103
Куклін А.А. – 92

Л

Ламарк Жан Батист – 9
Лазарев М.П. – 30
Ломбар Г. – 88
Ломоносов М.В. – 97

М

Маринов В. – 89
Мезерницький П.Г. – 89, 91
Михайлов Н.З. – 108
Мілевський В.Ю. – 111
Моусон Д. – 30

Н

Нєвраєв Г.А. – 89

О

Овчарова В.Ф. – 91, 124
Осокін І.М. – 119
Остроумов А.А. – 89

П

Парацельс Ф. – 88
Петров Є.Д. – 92
Пирогов М.І. – 89
Прох Л.З. – 117

Р

Ратнер Є.М. – 159
Рейтер Р. – 89
Ремизов Н.А. – 108
Ріклі А. – 88
Рубін Л.Р. – 103
Руддер Б. – 89
Русанов В.І. – 91, 120, 121, 122

С

Сінедхем Т. – 88
Скотт Р. – 30
Слонім А.Д. – 103
Снігирьов В.Ф. – 89

Т

Тромп С. – 89

Ф

Федоров Є.Є. – 89, 90, 152
Фуассаку П. – 88

Х

Хайруллін К.Ш. – 121, 122

Ц

Цельс А. – 88
Циценко Г.В. – 141, 142

Ч

Чубинський С.М. – 135
Чубуков Л.А. – 89, 90, 152

Ш

Шарко Жан-Батист – 30
Шеклтон Э́рнест Ге́нри – 30

Щ

Щергін П.В. – 89

Я

Яглоу В. – 89
Яковенко В.А. – 106

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Адаптаційні заходи – 170
Акваторія між острівна – 58
Аргентинські острови – 43

Б

Безхребетні місцеві – 67
Біоіндикатори – 68
Біокліматичні фактори
- атмосферний тиск – 101
- вітер – 100
- вологість повітря – 99
- сонячна радіація – 102
- температура повітря – 97

Біокліматологія – 84
Біосферні заповідники – 22
Ботанічні сади – 23

Г

Геліотерапія – 92, 105, 112
Генноміка – 34
Гірська хвороба – 102
Глобальне потепління – 163
Гомеостаз – 96

Д

Дипломатичний імунітет – 25
Дні
- дискомфортні – 159
- дуже жаркі – 115
- жаркі – 115
- задушливі – 115
- комфортні – 159

Договір про Антарктику – 25

Е

Еклекція – 69
Екологічна кліматологія – 9
Екологія – 8
- закони – 15

Екстериторіальність – 25
Екосистеми – 30
Ентальпія повітря – 114

З

Заказники – 23
Заповідники – 21
Заповідні урочища – 23
Зоологічні парки – 23

К

Класифікація GOSEAC – 76
Кліматопатологія – 85
Кліматопрофілактика – 85, 86
Кліматотерапія – 85, 92
Коефіцієнт уніполярності повітря – 134
Концентрація озону – 131
Кумулятивність – 82

Л

Лабораторія
- озонометрична – 34
- біологічна – 34
- магнітометрична – 34
- метеорологічна – 34
- низькочастотного випромінювання – 34
- океанографічна – 41

М

Метеолабільність – 96
Метеотропні реакції – 96
Метеотропність – 96
Мікроартроподи – 68
МПІДЗ – 52

Н

Напруженість
- електричного поля атмосфери – 133
- магнітного поля Землі – 136
- терморегуляторної системи людини – 146

Номограма
- комфорту – 117
- температурно-вологісного режиму – 118

О

Озолення – 71
Озон
- стратосферний – 127
- тропосферний – 127

П

Пам'ятки природи – 23
Парками-пам'ятками – 23
Парниковий ефект – 12
Парціальна густина
- кисню – 124
- озону – 128

Показники суворості погоди
- Арнольді – 120
- Бодмана – 118
- Сайпла – 120

Потреба у прохолоді – 116
Природні території і об'єкти, що підлягають особливій охороні – 20
Протокол Мадридський – 24
Птахи місцеві – 67

Р

Регіональні ландшафтні парки – 23
Рекреація – 158
Рослини місцеві – 67

С

Симбіотизм – 68
Смог
- вологий – 128
- льодяний – 128
- сухий – 128

Спектрофотометр Добсона – 39
Ссавці місцеві – 67
Сток террігенний – 44
Структура клімату в погодах – 157

Т

Температура
- біологічно активна – 106, 113
- еквівалентно-ефективна – 106
- зведена – 121
- радіаційно-еквівалентно-ефективна – 111

Тепловий баланс тіла людини-138

Ф

Фізіологічний дефіцит насичення – 99

Х

Хвилі тепла – 169
Хлорфторвуглеці – 12

Ш

Шкідливе втручання – 77

Навчальне видання

Данова Тетяна Євгенівна

Катеруша Галина Павлівна

АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ КЛІМАТОЛОГІЇ

Навчальний посібник

Підписано до друку 5.05.2015 Формат 60*84/16
Папір офсетний. Умовн. друк. арк. 10,93
Наклад 50 прим. Замовлення 288
Видавництво та друкарня «ТЕС»
Свідоцтво ДК № 771. Одеса, Канатна 81/2
Тел.: (0482) 42-90-98, (0482) 42-89-72

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15