

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

До друку та в світ
дозволю на підставі
«Єдиних правил»,
п.2.6.14

Заступник першого проректора –
начальник організаційно-методичного
управління

В.Б.Юскаєв

Навчальний посібник
«Ландшафтна екологія»
для студентів спеціальності
«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване при-
родокористування»
усіх форм навчання

Усі цитати, цифровий,
фактичний матеріал і
бібліографічні відомості
перевірені, написання
одиниць відповідає
стандартам

Укладач
Відповідальний за випуск
Декан заочного факультету

В.Д.Василега
Л.Д.Пляцук
С.М.Фролов

Суми
Вид-во СумДУ
2010

В.Д.Василега

Ландшафтна екологія

Навчальний посібник

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету

Суми
«Видавництво СумДУ»
2010

УДК
ББК
В

Рецензенти:

Пляцук Л.Д. – доктор технічних наук, професор
Сумського державного університету
Тюленєва В.О. – кандидат географічних наук, доцент
Сумського державного університету

*Рекомендовано вченою радою
Сумського державного університету як навчальний посібник
(протокол № від 2010 р.)*

Василєга В.Д.

Ландшафтна екологія: навчальний посібник, Василєга В.Д.-Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 303 с.

У навчальному посібнику розглядаються основні положення ландшафтної екології, приділяється увага викладенню змісту та специфіки цієї науки, її співвідношення з іншими дисциплінами.

Для студентів спеціальності «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

УДК
ББК

© Василєга В.Д., 2010

Зміст

	С.
Передмова.	6
Частина I. Основи ландшафтознавства.	7
Розділ 1. Ландшафтознавство серед наук. Етапи розвитку ландшафтознавства.	7
1.1 Ландшафтознавство – фізико-географічна дисципліна. .	7
1.2 Ландшафтознавство серед наук, його методологічне і практичне значення.	7
1.3 Витоки і передісторія вчення про ландшафт.	9
1.4 Перші кроки на шляху до фізико-географічного синтезу.	13
1.5 Початок ландшафтознавства: праці В.В. Докучаєва та його школи.	17
1.6 Сучасний стан ландшафтознавства в Україні.	24
1.7 Розвиток ландшафтознавства у зарубіжних країнах. . .	26
Розділ 2. Системний підхід при вивченні ландшафтів. Геосистеми.	27
2.1 Природні територіальні (географічні) комплекси і гео-системи.	27
2.2 Основні поняття вчення про геосистеми.	32
Розділ 3 Морфологія ландшафту.	40
3.1 Ландшафт. Різні трактування терміна «ландшафт». . .	40
3.2 Просторова структура ландшафту.	42
3.3 Морфологічні одиниці ландшафту (фація, урочище, місцевість).	43
3.4 Типи морфологічної структури ландшафтних комплексів.	47
3.5 Особливості ландшафтної структури гірських територій.	48
Розділ 4. Класифікація ландшафтів.	51
4.1 Поняття про класифікацію (загальні зауваження). . .	51
4.2 Принципи загальнонаукової класифікації.	54
4.3 Типологічна класифікація.	55
4.4 Регіональна класифікація.	56
4.5 Фізико-географічне районування України.	57

4.6 Фізико-географічне районування Сумської області.	71
Розділ 5. Функціонування, динаміка і розвиток ландшафтів.	88
5.1 Функціонування ландшафтів.	88
5.2 Динаміка ландшафтів.	90
5.3 Природні зміни.	91
5.4 Антропогенні зміни. Стійкість ландшафтів.	94
5.5 Розвиток ландшафтів. Саморозвиток.	97
Розділ 6 Техногенні дії на структуру і функціонування геосистем.	100
6.1 Порушення гравітаційної рівноваги і їх побічні наслідки.	101
6.2 Зміни вологообороту і водного балансу.	103
6.3 Порушення біологічної рівноваги і біологічного круговороту речовин.	106
6.4 Техногенна міграція хімічних елементів у геосистемах.	109
6.5 Зміни теплового балансу.	114
Частина II. Ландшафтна екологія.	116
Розділ 7 Ландшафтна екологія як наука	116
7.1 Природні системи. Ландшафтний та екологічний підходи до їх аналізу.	116
7.2 Ландшафтно-екологічний підхід. Визначення ландшафтної екології.	121
7.3 Геосистема як предмет ландшафтної екології.	128
Розділ 8 Вертикальні структури геосистем: склад та декомпозиція (топічна ландшафтна екологія).	137
8.1 Основні положення.	137
8.2 Основні способи декомпозиції.	141
8.3 Вертикальні межі геосистем.	146
Розділ 9 Міжелементні відношення та процеси в геосистемі.	149
9.1 Потік і трансформація енергії.	149
9.2 Потоки вологи.	158
9.3 Міграція та обмін мінеральних речовин.	164
9.4 Продуційні процеси.	173
Розділ 10 Природно-антропогенні геосистеми. Антропоген-	

ний вплив на геосистеми.	. 181
10.1 Історія впливу людини на природний ландшафт. .	.181
10.2 Антропогенний ландшафт і його місце в ландшафтній сфері Землі.	. 184
10.3 Загальна характеристика антропогенних ландшафтів України.	. 186
10.4 Таксономія антропогенних ландшафтів. .	. 205
Розділ 11 Стійкість геосистеми до антропогенного тиску.	
Самоочищення.	. 208
11.1 Стійкість геосистем. Типи стійкості. . .	. 208
11.2 Визначення стійкості геосистем до чинника антропогенно-техногенного тиску.	. 210
11.3 Самоочищення ландшафту.	. 215
Розділ 12 Ландшафтно-екологічні дослідження. .	. 225
12.1 Географічні описи.	. 225
12.2 Картографічний метод дослідження. . .	. 227
12.3 Математичні та космічні методи. . . .	. 228
12.4 Геофізичні та геохімічні методи. . . .	. 231
12.5 Етапи ландшафтно-геохімічних досліджень. .	.240
12.6 Екологічне прогнозування.	.245
12.7 Геоінформаційні системи.	. 249
12.8 Екологічний аудит.	. 251
Довідкова інформація.	. 256
Додаток А (довідковий).	. 271
Додаток Б (довідковий).	. 288
Список літератури.	. 302

Передмова

Ландшафтна екологія розвивалася в тісному контакті з ландшафтознавством і тому за генезисом її доцільно вважати прикладною ландшафтознавчою наукою. З іншого боку, розвиток екологічної науки привів до появи цілого ряду інтегрованих з екологією прикладних дисциплін (урбаністична екологія, гідромеліоративна екологія, ландшафтна екологія). Тому більш вивіреною є позиція, згідно з якою ландшафтна екологія як міждисциплінарна наука розвивається на контакті екології і ландшафтознавства, запозичаючи як з однієї, так і з іншої сторони деякі положення методико-методологічного апарату.

Навчальний посібник складається з двох частин. У першій частині розглянуті питання морфології, класифікації, функціонування, динаміки і розвитку ландшафтів; розкрито проблему техногенної дії на структуру і функціонування геосистем.

У другій частині викладено загальні положення та концепції ландшафтної екології. Розкриті питання міжелементних відношень та процесів у геосистемі (потік і трансформація енергії, вологообіг, міграція та обмін мінеральних речовин, продукційні процеси). Характеризуються ландшафтно-екологічні дослідження.

Посібник не претендує на повне охоплення всіх питань ландшафтної екології, які виникли на даному етапі, коли ця «молода» наука переживає етап бурхливого розвитку і виникають нові положення і наукові концепції відповідного розділу наукових знань.

Частина I Основи ландшафтознавства

Розділ 1 Ландшафтознавство серед наук. Етапи розвитку ландшафтознавства

1.1 Ландшафтознавство – фізико-географічна дисципліна

Фізична географія – наука, що вивчає природну складову *географічної оболонки Землі*¹ і її структурні частини, — природні території і аквальні комплекси усіх рангів. Основні розділи фізичної географії – землезнавство і ландшафтознавство. До її складу включають також палеогеографію і суміжні науки: геоморфологію, кліматологію, гідрологію, океанологію, гляціологію, географію ґрунтів, біогеографію. Основні завдання фізичної географії – комплексні дослідження природи окремих регіонів і природних процесів, вивчення проблеми дії людини на природне середовище.

Ландшафтознавство – розділ фізичної географії, що вивчає складні природні і природно-антропогенні геосистеми різного рангу, – ландшафти як частини географічної оболонки Землі. Ландшафт географічний – відносно однорідна ділянка географічної оболонки, яка характеризується закономірним поєднанням її компонентів (рельєфу, клімату, рослинності та ін.) і морфологічних частин (фацій, урочищ, місцевостей), а також особливостями поєднань і характером взаємозв'язків з нижчими територіальними одиницями. Ландшафтознавство розглядає походження, структуру, зміну, просторову диференціацію і інтеграцію ландшафтів, а також їх окремі властивості, взаємозв'язки елементів, їх зміни під впливом природних і антропогенних чинників.

1.2 Ландшафтознавство серед наук, його методологічне і практичне значення

Таким чином, ландшафтознавство як частина фізичної географії, входить у систему фізико-географічних наук і так би мовити складає ядро цієї системи. Природно, що між ландшафтознавством і приватними фізико-географічними науками, які мають справу з різними компонентами геосистем, тобто геоморфологією, кліматологією, гід-

рологією, ґрунтознавством і біогеографією, існують тісні зв'язки. Кожна з цих наук внесла певний доробок у розвиток ландшафтознавства – відповідно до специфічної ролі даного компоненту у формуванні географічного комплексу. Проте це не означає, що зв'язки ці мають односторонній характер. У міру розвитку ідеї природного територіального комплексу ця ідея набувала все більшого методологічного значення для всієї системи фізико-географічних наук, вона покладена в основу ландшафтного підходу до вивчення окремих компонентів. По суті, саме ландшафтний підхід, що вимагає вивчати клімат, ґрунти й інші компоненти як структурні частини природного географічного комплексу, об'єднує всі приватні географічні науки в єдину систему.

Крім власне географічних дисциплін, до ландшафтознавства близькі й інші науки про Землю, особливо геологія, а також геофізика і геохімія. На стику ландшафтознавства з геохімією і геофізикою виникли нові галузі науки — геохімія ландшафту і геофізика ландшафту. Перша досліджувала міграцію хімічних елементів у ландшафті і у підсумку розвинулася у наукову дисципліну, що має велике самостійне наукове і прикладне значення. З ландшафтознавством у геохімії ландшафту є велика сфера перекриття в частині вивчення однієї з важливих ланок функціонування геосистеми, а саме її геохімічного «механізму». Геофізика ландшафту покликана досліджувати фізичні «механізми» геосистем, включаючи їх енергетику.

Специфіка об'єкта ландшафтознавства вимагає міцної опори на фундаментальні природні закони, встановлені фізикою, хімією, біологією. Сполучними ланками між цими науками і фізичною географією служать геофізика ландшафту, геохімія ландшафту і біогеоценологія.

Географічний погляд на природу ширший, ніж екологічний, і ця обставина висуває ландшафтознавство як синтетичний розділ географії на провідну роль в розробленні наукових основ раціонального використання, охорони і покращання природного середовища.

Але це не повинно служити підставою для зіставлення ландшафтознавства екології. Існують великі можливості для взаємного збагачення обох дисциплін науковими досягненнями, підходами і методами. Для ландшафтознавства, зокрема, становлять значний інтерес дані екології з біологічного метаболізму, трофічних (харчових) ланцюгів, біологічної продуктивності, тоді як висновки екології набули конкретності і практичної значущості, якби спиралися на строгу географічну територіальну ієрархію, на географо-картографічний метод та інші теоретичні уявлення, підходи і методи, властиві географічній науці.

1.3 Витоки і передісторія вчення про ландшафт

Будь-яка наукова теорія виникає лише за наявності певних історичних передумов. Вчення про ландшафт не могло виникнути без попередньої аналітичної стадії в розвитку географії, тобто глибокого розроблення галузевих географічних дисциплін, які вивчають певні компоненти природи Землі. Разом з тим перейти від аналізу до синтезу, тобто до уявлення про природний *географічний комплекс**, неможливо без опори на фундаментальні закони природничих наук. Але умови для цього склалися лише в кінці XIX століття. Важливими імпульсами для ландшафтознавства є еволюційне вчення в біології – дарвінізм (1859) і становлення біогеографії та ґрунтознавства: біогеографи і ґрунтознавці перші зіткнулись із складними взаємовідносинами між живою і неживою природою і ближче інших спеціалістів підійшли до географічного синтезу.

Будь-яка наука виконує соціальне замовлення, тобто забезпечує певні суспільні потреби. Буває так, що потреби

* Географічний комплекс – закономірне просторове поєднання природних компонентів, які утворюють цілісні системи різних рівнів; як правило, включає ділянку земної кори з властивим йому рельєфом, поверхневими і підземними водами, приземним шаром атмосфери, ґрунтом, живими організмами.

практики ставлять перед наукою задачі, які вона ще не в змозі вирішити, але, з іншого боку, творча думка передових вчених нерідко випереджає можливості практичного впровадження наукових ідей, які ними висуваються. В історії географічної науки можна назвати приклади цих двох ситуацій. Вся історія ландшафтознавства безпосередньо пов'язана із суспільною практикою, з потребами виробництва; ландшафтознавство з самого початку стало одночасно теоретичною і прикладною дисципліною. Ще в останні десятиліття XIX ст. найбільш далекоглядні вчені і суспільні діячі усвідомили, що вирішення багатьох проблем сільського, а також лісового господарства того часу вимагало розуміння взаємозв'язків між компонентами природного середовища і синтетичного аналізу конкретних територій.

Таким чином, у кінці XIX століття склались як природничонаукові, так і соціально-економічні передумови для розвитку вчення про ландшафт. Однак це не означає, що ландшафтознавство виникло раптово і на «порожньому місці». Коріння його більш глибокі і заходять у глибини народного досвіду та історії природознавства і географії. Щоденна практика людини ставила перед нею потребу відрізняти природні частини території, які відрізняються одна від одної умовами життя і ведення господарства. Задовго до появи наукових ландшафтно-географічних ідей у різних народів, землеробів, тваринників, мисливців і лісорубів нагромадились емпіричні уявлення про різноманітність місцевих природних комплексів, які базувалися на досвіді, на живому спогляданні. В народній мові відобразилася справжня таксономія природних географічних одиниць. У багатьох народів є свої уявлення про зони, ландшафти, урочища. У жителів європейської півночі, наприклад, є десятки термінів, які визначають різноманітні ландшафтні типи лісів і боліт, у казахів і народів Середньої Азії – багато спеціальних назв для різних варіантів степів, пісків, солончаків та ін. Подібні територіальні категорії – болотні масиви, річкові заплави, балки, степові блюдця, солончакові впадини та ін. – називаються *урочищами*, і цей на-

родний термін увійшов до наукового словника ландшафтознавства.

Поруч із локальними географічними утвореннями народний досвід призвів до уміння розрізняти і більш складні специфічні територіальні одиниці регіонального рівня, які отримали влучні власні назви, наприклад: Мещера, Полісся, Опілля та ін., які широко використовуються у науковій термінології.

Із народного вжитку сучасна наука запозичила такі терміни, як тундра (від фінськ. *tunturi* безліса плоска вершина), тайга (слово монгольського походження), степ, пустеля, якими здавна позначалися різні типи ландшафтів або ландшафтні зони.

Іншим джерелом вчення про ландшафт є безпосередньо географія. Впродовж багатьох віків географія не мала своєї теорії, вона була довідково-описовою, свого роду енциклопедичним набором довідок про предмети і явища, які заповнюють простір на Землі. Однак багато представників географії в різні епохи не обмежувалися накопиченням і простим фіксуванням фактів, а робили спроби пояснити їх і знайти між ними зв'язок.

Зародки багатьох сучасних географічних теорій можна знайти у античних вчених. Ще близько 500 р. до н. е. у Древній Греції виникли уявлення про кулястість Землі і теплові пояси (спочатку виділяли 5 поясів – жаркий, 2 помірних, 2 холодних). Теорія кулястості Землі набуває побутового характеру у другій половині IV ст. до н. е. завдяки *Арістотелю*², який вперше представив докази:

- кулястості Земної кулі при місячному затемненні і зміну вигляду зоряного неба при зміщенні з півночі на південь (або навпаки);

- перші спроби розрахунків розмірів Земної кулі.

Працю Арістотеля «Метеорологіка» можна розглядати як початок реального землезнавства. В ньому містяться уявлення про земні оболонки та їх взаємодію, про кругообіг води і повітря та ін. Найбільш відомі досить точні розрахунки роз-

мірів Землі зроблені античним географом *Ератосфеном*³.

До античності належать і перші примітивні з сучасної точки зору спроби районування земної поверхні. Поділ *ойкумени** на три частини світу – Європу, Азію, Лівію (Африку) – являв собою перше районування.

Елементи простого районування можна знайти у *Геродота*⁴.

Криза рабовласницького світогляду, яка чітко намітилася в період Римської імперії I-II ст. н. е., залишила свій відбиток і на географії. Це позначилось і на відхиленні від пошуків причин географічних явищ і даних географії до простої фіксації фактів на потребу римської верхівки. Подальший розвиток фізико-географічних ідей надовго затримався і багато досягнень древніх греків в цій галузі були забуті. Феодальна замкнутість і релігійний світогляд Середньовіччя не сприяли розвитку інтересу до вивчення природи. Відродження географії починається в XV ст., коли італійські гуманісти почали перекладати праці географів греко-римської епохи. Відродилось уявлення про кулястість Землі.

У результаті Великих географічних відкриттів у кінці XV-початку XVI ст. було встановлено єдність Світового океану і приблизне співвідношення суші і моря, відкриті морські течії і пояси постійних вітрів над океаном, проводились дослідження над висотними змінами природи в горах. Але цього всього було замало для прогресу у фізичній географії. По-перше, природа материків залишилася практично не вивченою. По-друге, фундаментальні природничі науки ще не могли забезпечити пояснення фізико-географічних явищ і проаналізувати їх взаємозв'язок.

Географічні досягнення епохи Великих відкриттів були узагальнені в книзі молодого голландського вченого *Бернгарда Вареніуса*⁵ «Загальна географія», яка побачила світ у

* Ойкумена (грецьк. oikumene, від oіkeo - мешкаю, наслідую) – термін, що вживається для позначення населеної людиною частини землі; вперше опис ойкумени зустрічається у Гекатея Мілетського.

1650 р. У цій праці географія визначена як природнича наука про «земноводну кулю», яка повинна розглядатись як в цілому, так і окремими частинами. Праця Вареніуса присвячена тільки загальній географії, тобто загальному землезнавству, в ній систематично описані явища твердої земної поверхні, гідросфери і атмосфери.

З другої половини XVII ст. посилюється інтерес до пізнання природи різних країн, географи все більше спираються на дослідження вивчення природи. У XVIII ст. з'являються справжні наукові географічні описи, вільні від домислів і небилиць. Щоправда їх було небагато. До найкращих належить виданий у 1755 р. «Опис землі Камчатки» *С. П. Крашениннікова*⁶. *М. В. Ломоносов*⁷ як вчений-організатор і теоретик особливо сприяв розвитку географії. Його уявлення про клімат, геоморфологічні процеси, ґрунти набагато випередили свій час.

1.4 Перші кроки на шляху до фізико-географічного синтезу

Помітний перелом у розвитку фізичної географії спостерігається у другій половині XVIII ст. Він збігся з початком утвердження капіталізму в передових країнах Європи. З цього часу географічні дослідження використовуються в наукових цілях. Вони здійснювалися вченими-натуралістами, які мали професійну підготовку, на відміну від діячів Великих географічних відкриттів, які, як правило, не були вченими і не ставили перед собою наукових завдань.

Накопичення нових даних про природу суші та Світового океану, бажання вчених розібратись у багатьох процесах і явищах, які входили у загальну науку географію, привело до розвитку галузевої спеціалізації.

Вже на початку XIX ст. від географії відділилася геологія, в надрах географії формуються кліматографія, океанографія, фіто- і зоографія; відділилась економічна географія («статистика»). Цей процес диференціації наук захопив не тільки географію, але й інші природничі науки. Поділ наук у природознавстві призвів до того, що вчені обмежувалися до-

слідженням у своїй галузі, і лише небагато з них займалися наукою у різних напрямках.

Серед них видатний німецький натураліст і мандрівник *Олександр Гумбольдт*⁸. У його великій праці «Космос» розвинуті ідеї єдності і взаємозв'язку природних явищ на Землі. Він підкреслював, що природа територій повинна вивчатись як частина цілого, тобто Землі і навіть Всесвіту, і тим самим обґрунтував єдність загального і регіонального землезнавства. Головним завданням пізнання географічних зв'язків Гумбольдт бачив у дослідженні залежності органічного життя від неживої природи. Однак синтез Гумбольдта не міг бути повним, оскільки наука в цей час не володіла достатньою кількістю матеріалів щодо всіх природних компонентів, особливо було мало знань про ґрунт – головний продукт взаємодії живої і неживої природи.

Гумбольдт підходив до географічних явищ як до фізичних за своєю природою і вважав за можливе поширити дію законів фізики на всі компоненти – аж до рослинного і тваринного світу, а також частково і на людину. Цей погляд був значно поширений серед географів першої половини XIX ст.; існувала навіть думка, що фізична географія є частиною фізики. Тісний зв'язок із фізикою мав позитивне значення в розвитку фізичної географії, оскільки фізика в той час була найбільш розвинутою частиною природознавства, але згодом залежність від фізики мала негативний характер, практично із фізичної географії випав органічний світ.

Цінні спостереження, які свідчать про прагнення охопити природу територій як єдине ціле і знайти закономірності в географічних явищах, можна знайти і в працях періоду 60-70-х рр. XVIII ст. – *П. С. Палласа*⁹, *І. А. Гільденштедта*¹⁰, *І. І. Лепехіна*¹¹ та ін. Більш глибокий аналіз природних взаємозв'язків належить російським вченим-дослідникам першої половини XIX ст. *Е. О. Еверсман*¹² у 1840 р. випустив «Естественную историю Оренбургского края», яка базувалася на польових дослідженнях 1816-1826 рр. У цій праці розкриваються тісні зв'язки між органічним світом і природним се-

редовищем. Автор розділив вивчену територію на 3 смуги, які відповідають гірсько-лісовому поясу Уралу і ландшафтним зонам степів і напівпустель («сухих степів»), причому в останніх виділив дрібніші природні одиниці – степи глинисті, солонцюваті і піщані, солончаки і соляні грязі. Таким чином, тут, по суті, уже йде мова про природні територіальні комплекси різного рівня, хоча Еверсман цього терміна не вживав.

О. Ф. Мідендорф¹³ досліджував східний Сибір у 1843-1844 рр. Він встановив різноманітні зв'язки між рослинністю і тваринним світом, з одного боку, і кліматом, а також рельєфом – з іншого. Зробив порівняльну характеристику 3 природних зон – тундри, тайги і степу.

М. О. Северцев¹⁴ у 1855 р. дав глибокий аналіз залежності між тваринним світом і фізико-географічними умовами Воронежської губернії. Цей аналіз базувався на виділенні характерних родів місцевості, які розміщені смугами від русла Дону до степового вододілу.

Северцев також встановив закономірності розподілу лісів і степів у залежності від рельєфу і ґрунтів.

У 1857-1858 рр. М. О. Северцев і ботанік І. Г. Борщов¹⁵ вивчали Арало-Каспійський край. Борщов дав опис досліджуваної території, в якому розглядає степи і пустелі як своєрідні природні комплекси і показує взаємозв'язки між рельєфом, зволоженням, ґрунтами і рослинністю.

У праці Ф. І. Рупрехта¹⁶ «Геоботанічні дослідження про чорнозем» (1866) вперше вирішується питання про взаємозв'язок ґрунтів і рослинності.

У книзі М. М. Богданова¹⁷ про тваринний світ Поволжя (1871) описані типи місцевості чорноземної смуги Поволжя.

Дослідженнями П. П. Семенова-Тянь-Шанського¹⁸ (1856-1857) та М. О. Северцева (1864-1868) в Тянь-Шані було закладено початок вивчення географічної поясності гір.

Таким чином, у 60-40-х роках ХІХ ст. багато природознавців не тільки вивчали різнобічні взаємовідношення між

географічними компонентами, але й наблизилися до ідеї природного територіального комплексу, що знайшло своє вираження у таких поняттях, як типи або роди місцевості.

До ландшафтно-географічного синтезу паралельно вів інший шлях – через розроблення природного поділу земної поверхні, тобто – районування.

Необхідність районування розумів ще у 30-ті роки XVIII ст. *В. М. Татищев*¹⁹. У 1791 р. *О. М. Радищев*²⁰ говорив, що важливо було б поділити Сибір на «округи, які б були природно обумовлені».

У середині XVIII ст. з'являються перші поділи території. Незважаючи на схематичність і відсутність чітких наукових описів, ці поділи були близькими до висвітлення об'єктивних фізико-географічних закономірностей, мали риси загального ландшафтного районування.

Недосконалість схем районування можна легко пояснити відсутністю певного фактичного матеріалу (на той час ще не існувало постійної сітки метеостанцій, було відсутнє наукове уявлення про ґрунт, не було повного уявлення про рельєф території і т.д.) і яких-небудь теоретичних основ. Потреби практики явно випереджали можливості науки, вона була ще не готовою вирішити проблему природного поділу території. В усіх схемах, які стосуються території Європейської Росії, явно простежується спільність – це стихійний загальний підхід, завдяки якому вже у той час природне районування чітко розмежувалось з економічним (початок економічного районування заклав *К. І. Арсеньєв*²¹ у 1818 р.).

Спроби природного районування всієї території Європейської Росії, що були присвячені Криму, виконували *К. І. Габліц*²² (1785) і П. С. Паллас (1795).

У 80-х роках XVIII ст. інтерес до природного районування виникає у Франції. Ініціаторами були геологи, які бачили у геологічній будові і характері гірських порід важливі фактори диференціації природи земної поверхні.

Новий етап в історії природного районування настає у середині XIX ст. Він ознаменувався переходом від загальних

схем до спеціалізованих, або галузевих (районування за окремими природними компонентами). У 1851 р. *Р. Е. Траутфеттер*²³ опублікував перше ботаніко-географічне районування європейської Росії. Схему зоогеографічного районування тієї самої території у 1871 р. намітив М. М. Богданов. Дещо пізніше (1877) М.О. Сєверцев запропонував зоогеографічний поділ всієї Палеарктики, який у 1882 р. суттєво доопрацював *М.О. Мензбір*²⁴. У 1871 р. було опубліковано кліматичне районування Кавказу *О. І. Воейкова*²⁵, у 1886 р. — перше геоморфологічне районування європейської Росії *С. М. Нікітіна*²⁶.

Таким чином, на 70-80-ті роки XIX століття припадає період інтенсивних аналітичних робіт у галузі природного районування. Воно було галузевим, але науково обґрунтованим і змістовним, більш точним у визначенні кордонів, як правило, сітка виділених регіонів відображалася на карті. У районування вводиться багатоступенева система територіальних одиниць. Ці аналітичні дослідження були необхідною передумовою для переходу до синтезу на більш високому науковому рівні, тобто комплексному природному районуванні. У дослідженнях того періоду широко розвинувся загальний принцип і були встановлені майже всі природні зони європейської Росії і прилеглих територій.

1.5 Початок ландшафтознавства: праці В.В. Докучаєва та його школи

У кінці XIX ст. географія вступила у складний, критичний період своєї історії. Спеціалізація в дослідженні природних ресурсів (мінеральних, водних, лісових, земельних) все поглиблювалась, що сприяло формуванню окремих географічних дисциплін. Традиційна «єдина» географія розпалась і вичерпала себе. Географія залишилась без власного предмета дослідження, було незрозуміло, чим повинен займатися географ, якщо є кліматологія, біогеографія, геоморфологія та ін.

З'явилося декілька поглядів порятунку географії, деякі вчені дотримувались думки, що географія повинна просто

описувати земний простір, без встановлення і пояснення будь-яких законів. Ідеологом цієї концепції був німецький географ *А. Геттнер*²⁷. Інші вважали, що географи повинні займатися поясненням впливу географічних умов на матеріальну культуру, історію суспільства, а також політику.

На той час у Росії формується потужна географічна школа. Її засновником став професор Петербурзького університету *В. В. Докучаєв*²⁸, великою науковою заслугою якого було створення науки про ґрунт.

Погляди Докучаєва на ґрунт: ґрунт є результатом взаємодій усіх географічних компонентів – материнської породи, тепла, вологи, рельєфу і організмів. Він є неначе продуктом ландшафту і в той же час його «дзеркалом». Ґрунт став останньою ланкою у системі географічних зв'язків, якої до цього не вистачало. Тому від вивчення ґрунту залишався один крок до географічного синтезу, і його зробив *В. В. Докучаєв*. Ґрунт став першоджерелом більш складних географічних узагальнень.

У 1898 р. він дійшов думки про необхідність розроблення нової науки про співвідношення і взаємодію між усіма компонентами живої і неживої природи і про закони їх спільного розвитку. Сам Докучаєв не дав ніякої назви цій науці і не встиг здійснити свій задум – присвятити їй спеціальну книгу. Але його найближчі учні і послідовники передбачили в ідеях Докучаєва початок сучасної географії.

У 1898-1900 рр. вийшла серія статей, у яких *В. В. Докучаєв* викладав своє вчення про зони природи, або природно-історичні зони. Це вчення послужило немовби вступом до нової науки про співвідношення і взаємодію між живою і неживою природою. Вперше зональність трактувалась як світовий закон, дія якого поширювалася на всі природні процеси, які відбуваються на земній поверхні, включаючи і «мінеральне царство».

Докучаєв вперше на практиці здійснив принцип комплексного польового дослідження територій шляхом організації відомих експедицій Нижньоновгородської (1882-1886),

Полтавської (1888-1894) і Особливої степової (1892-1898). У ході останньої експедиції було покладено початок принципово новому методу дослідження – стаціонарному: на 3 типових ділянках степової зони здійснювались багаторічні дослідження всього комплексу природних процесів у їх динаміці, а також велися досліді щодо меліоративного впливу на природу з метою її перетворення.

Важливою рисою Докучаєва як вченого було те, що він міг поєднати високий теоретичний рівень дослідження з практичною діяльністю. Своє вчення про природні зони вчений хотів поставити на службу практиці: для кожної із виділеної ним зони він запропонував схему меліоративних і агротехнічних заходів для того, щоб піднести рівень сільського господарства. До цього часу залишається прикладом його праця «Наші степи в минулому і тепер» (1892), в якій на основі глибокого комплексного аналізу степових ландшафтів їх походження і сучасного стану запропонована всебічно розроблена програма їх перетворення. Докучаєв є засновником прикладної географії, а точніше – прикладного ландшафтознавства.

В. В. Докучаєв виховав цілу плеяду географів-дослідників нового типу, які розвинули його ідеї. Головною школою цих досліджень були докучаєвські експедиції. Власне, пройшовши через них, стали видатними географами *А.М.Краснов*²⁹, *Г.Ф.Морозов*³⁰, *Г.М.Висоцький*³¹, *Г.І.Танфільєв*³². Серед знаменитих учнів Докучаєва – *М.М.Сибірцев*³³, *В.І.Вернадський*³⁴, *К.Д.Глінка*³⁵. Його послідовниками стали *Л.С.Берг*³⁶, *С.С.Неуструєв*³⁷, *Б.Б.Полинов*³⁸ та ін. Докучаєвська географічна школа – явище унікальне в історії науки за її згуртованістю, прогресивністю ідей і спрямованістю і тим впливом, який вона мала на подальший розвиток географії.

На початку ХХ ст. в теорію і практику географії надійно увійшла докучаєвська концепція природної зональності. Г.М.Висоцький ще в 1899 р. вніс у неї суттєві доповнення, а в 1905 р. запропонував перший кількісний критерій для ро-

змежування зон – показник атмосферного зволоження у вигляді відношення річної кількості опадів до випаровування.

Завдяки працям послідовників В.В.Докучаєва була конкретизована система природних зон, їх межі уточнювалися на карті. Тим самим створювалася модель для синтезу в природному районуванні. З цього часу починається вживатися термін «фізико-географічне районування».

Перший досвід такого районування, що поклав початок переходу від галузевих схем до комплексних, належить Г. І. Танфільєву (1897). Танфільєв розділив європейську Росію на фізико-географічні області, зони і округи. Це районування ще багато в чому недосконало, але для свого часу воно було найбільш детальним і обґрунтованим. За ним послідували інші схеми для тієї самої території – П. І. Броунова³⁹ (1904), О.О. Крубера⁴⁰ (1907), В. П. Семенова-Тянь-Шанського (1915). У них так чи інакше відбився зональний принцип, а, крім того, автори прагнули врахувати інші чинники фізико-географічної диференціації, зокрема рельєф.

Перше зональне районування всієї території Росії опублікував у 1913 р. Л.С. Берг, причому зони вперше названі ним ландшафтними. Ця схема є класичною. Багато подальших праць з районування території орієнтувалися на неї.

Накопичений досвід комплексних досліджень у різних регіонах з різними практичними завданнями на різних територіальних рівнях детальності наблизив дослідників до більш переконливого твердження в об'єктивному існуванні закономірних взаємообумовлених територіальних поєднань природних компонентів. Ще в 1895 р. А.М.Краснов назвав такі поєднання географічними комплексами (маючи на увазі територіальні одиниці, близькі до докучаєвських зон). На початку ХХ ст. ця ідея втілилася у поняття про ландшафт. Впродовж десятиліття 1904-1914 рр. наукове уявлення про ландшафт у різних формах було запропоноване незалежно одне від одного багатьма вченими і важко надати будь-кому із них перевагу, оскільки ідея ландшафту після праць В.В.Докучаєва вже

назрівала очевидно.

Основоположник наукового лісознавства і погляду на ліс як на «явище географічне» Г. Ф. Морозов вважав кінцевою метою природно-історичного дослідження території її розчленовування «на цілу сукупність ландшафтів, або географічних індивідуумів». Ландшафти – це природні одиниці, на які розпадається природа будь-якої території, вони є «неначе фокусами, або вузлами, в яких схрещуються взаємні впливи загального і місцевого клімату, з одного боку, рельєфу, геологічних умов – з іншого, рослинності і тваринного світу – з третього і т. д.». Автор особливо підкреслював необхідність генетичного підходу до вивчення ландшафтів; він передбачав, що систематика «географічних індивідуумів» ґрунтуватиметься на їх генезисі, або походженні.

Найближчий однодумець Г. Ф. Морозова, видатний учений, що створив теоретичні основи вирощування лісу в степу, Г. М. Висоцький, самостійно розвивав уявлення про ландшафт, який вважав за краще називати терміном «природний округ», або «місцевість». Він вважав, що різні місцевості повинні відрізнятися характером внутрішньої строкатості або одноманітності умов місця розповсюдження лісу і відповідних цим умовам рослинних співтовариств. У цій думці можна побачити уявлення про морфологію ландшафту, що отримало розвиток значно пізніше. З іншого боку, «природні округи» Висоцький розглядав як початкові одиниці всієї системи районування: вони об'єднуються в природні області, а останні – в країни. Висоцькому належить ідея створення синтетичних карт, які згодом стали іменуватися ландшафтними картами.

Перше визначення терміна «ландшафт» дав Л.С.Берг. У 1913 р. у статті «Опыт разделения Сибири и Туркистана на ландшафтные и морфологические области» він писав, що предметом фізичної географії є ландшафти.

Л. С. Берг визначив ландшафт як «область, в якій характер рельєфу, клімату, рослинного і ґрунтового покриву

зливається в єдине гармонійне ціле, що повторюється впродовж відомої зони Землі». Зараз це визначення уявляється недостатньо чітким, але не слід забувати, що це перше визначення. При всій недосконалості воно містить надзвичайно важливу вказівку – на зв'язок між ландшафтом і природною (ландшафтною, за Бергом) зоною.

Цікаві висновки зробив російський ґрунтознавець, геоботанік і фізико-географ Р.І. Аболін (1886-1938), який наблизився до правильного розуміння співвідношення загальних і місцевих географічних закономірностей. За Аболіним, природні компоненти тісно переплітаються й формують складний комплекс у вигляді *епігеми* (географічна оболонка), яка огортає Земну кулю. Епігема залежно від широтної зональності ділиться на «епізони», а стосовно геологічної історії – на «епіобласті». У межах областей за місцевими умовами спостерігаються «епітипи» (наприклад, болото).

Отже, Р.І. Аболін систему поділу земної поверхні подав зверху до низу, від ландшафтної оболонки до елементарного комплексу (фації). Але ця система була розроблена не до кінця і залишилася мало відомою.

Таким чином, у фізичній географії того періоду починала закладатися ідея природного комплексу, взаємозв'язку між його компонентами.

Подальший розвиток фізичної географії зумовив необхідність великих експедицій для вивчення малодосліджених земель. У зв'язку із сільськогосподарським освоєнням нових територій виникає потреба в ландшафтних картах, які складались на основі польових досліджень. Водночас з'являється необхідність систематизувати природно-територіальні комплекси (ПТК) при великомасштабному й середньомасштабному картографуванні. Об'єктом дослідження стає найбільш проста комплексна одиниця поділу – елементарний ландшафт (за С.П. Крашенинниковим).

У 1947 р. вийшла друком праця Л.С. Берга «Географические зоны Советского Союза», у вступі до якої він до-

повнив своє перше визначення ландшафту, навів конкретні приклади. Берг писав: «Географический ландшафт есть такая совокупность или группировка предметов и явлений, в которой особенности рельефа, климата, вод, почвенного, растительного покрова и животного мира, а также, до известной степени, деятельность человека сливаются в единое гармоничное целое, типически повторяющееся на протяжении данной зоны Земли». Л.С. Берг розумів ландшафт широко і трактував його як типологічне поняття (зазначав, що закономірно повторюються в межах однієї зони такі ландшафтні комплекси, як болото, горбисті піски та ін.), і як регіональний індивідуальний комплекс (Валдайська височина, Середньо-Сибірське плоскогір'я та ін.). Від нього і пішли два основні напрями в ландшафтній географії – типологічний і регіональний.

Регіональне уявлення про ландшафт, яке виходило з учення Л.С. Берга, розвинув *Л.Г. Раменський*⁴¹. Він зазначав, що ландшафт складається з епіфацій (фацій), які формуються в різних умовах місцезростання, увів в ландшафтознавство термін «урочище».

Вчення про ландшафт продовжували розвивати в радянський період *А.О. Григор'єв*⁴², Б.Б. Полинов, пізніше *М.А. Солнцев*⁴³. А.О. Григор'єв звернув увагу на вивчення процесів у ландшафті, обґрунтував поняття про географічну облонку Землі (описав тропічну і субтропічну ландшафтні зони).

У 30-х роках Б.Б. Полинов почав розробляти вчення про ландшафт на геохімічній основі, запропонував методологію нового наукового напрямку. Ним встановлено поняття «геохімічний ландшафт». Це парагенетична асоціація елементарних ландшафтів (елювіального, супераквального і субаквального), зв'язаних між собою міграцією хімічних елементів. Його частинами є, наприклад, вододіл, схил, долина, водойма.

У повоєнний період на наукову арену виходить М.А. Солнцев, який очолює школу ландшафтознавців Мо-

сковського державного університету. Він розвинув уявлення про ландшафт, його морфологічну структуру, дав нове визначення ландшафту. На основі польових досліджень показав, що ландшафт є неоднорідною структурою, має морфологічні частини, тобто він визнавав урочище і фацію, які служать предметом польової зйомки.

У цей самий період широко практикуються ландшафтні дослідження та формуються наукові школи в інших центрах: у Ленінграді – *А.Г.Ісаченко*⁴⁴, у Воронежі – *Ф.М.Мільков*⁴⁵, у Львові – *К.І.Геренчук*⁴⁶ і *Г.П.Міллер*⁴⁷, у Києві – *О.М.Маринич*⁴⁸ і *П.Г.Шищенко*⁴⁹, в Іркутську – *В.Б.Сочава*⁵⁰.

У 1965 році вийшов перший підручник із ландшафтознавства «*Основи ландшафтознавства і фізико-географічне районування*» А.Г. Ісаченка, в якому узагальнені як теоретичні положення, так і досвід польових робіт. Набув розвитку новий системний підхід до вивчення ландшафтів. Значний внесок у це зробив В.Б. Сочава («*Учение о геосистемах*», 1975).

Особлива увага приділяється динаміці ландшафту (з 60-х років), процесам ландшафтоутворення, антропогенному ландшафтознавству (Ф.М. Мільков), прикладним питанням, природокористуванню й охороні навколишнього середовища та ін. Підкреслюється необхідність більш інтенсивного розвитку геохімічного й геофізичного напрямів (геохімія ландшафту й геофізика ландшафту), вивчення кругообігу речовин і енергії під впливом діяльності людини. Робиться акцент на антропогенне навантаження і стійкість ландшафту. Використовуються нові методи дослідження (геохімічні, геофізичні, космічні, математичні, картографічні, стаціонарні, служби моніторингу). Розширюються міждисциплінарні дослідження.

1.6 Сучасний стан ландшафтознавства в Україні

В останні десятиліття у зв'язку з дослідженням екологічних наслідків взаємодії суспільства і природи (особливо після аварії на Чорнобильській АЕС) має місце екологізація

географії і, зокрема, ландшафтознавства. В Україні з'являються праці, присвячені геоекологічному аналізу та оцінці різних територій. Це праці Давидчука В.С., Волошина І.М., Гриневецького В.Т., Гродзинського М.Д., Гуцуляка В.М., Малишевої Л.Л., Маринича О.М., Мельника А.В., Некоса В.Ю., Пашенка В.М., Руденка Л.Г., Черваньова І.Г., Шищенко П.Г. та ін. Розробляються теоретико-методичні основи геоекологічних (ландшафтно-екологічних) досліджень, створюються схеми районування на ландшафтній основі та ін. Сформувалася самостійна наука – ландшафтна екологія (М.Д. Гродзинський, 1994; В.М. Гуцуляк, 2002).

Крім екологічного (головного) напрямку досліджень, зберігається зацікавленість питаннями функціонування, динаміки і розвитку ландшафтів, геохімії ландшафтів.

Останніми роками також спостерігається повернення інтересу до дослідження просторової структури ландшафтів – ландшафтного різноманіття. Більш широкого застосування набули комп'ютерні технології. Продовжуються дослідження антропогенних ландшафтів України.

Серед найближчих перспективних завдань ландшафтознавства можна назвати такі:

- подальше розроблення теорії і методики еколого-ландшафтознавчих досліджень (застосування ландшафтознавчої методології для просторового аналізу екологічних ситуацій);

- створення середньомасштабної ландшафтною карти України як основи дослідження ландшафтного різноманіття та оцінки екологічного стану території;

- розроблення детальної систематики ландшафтів за аналогією із систематикою рослинності і створення кадастру ландшафтів. (Сучасні ландшафти є об'єктами всіх природно-ресурсних кадастрів. Розроблення геоінформаційних кадастрових систем повинно провадитись на основі ландшафтознавчого підходу; власне ландшафт є тією територією, де здійснюються земельні відносини, а не просто зем-

ля);

-подальший розвиток теорії і методології ландшафтознавства.

Ландшафтознавство накопило значний досвід прикладних досліджень у різних напрямках. Традиційні галузі прикладного ландшафтознавства – агропромислове, лісогосподарське, меліоративне – належать ще до початку ХХ ст. Останнім часом сфера прикладного ландшафтознавства розширилася за рахунок досліджень містобудівного, рекреаційного, інженерного і комплексного територіально-планувального профілю. Є всі передумови для створення наукових основ проектування культурних ландшафтів і для безпосередньої участі ландшафтознавства у самому процесі проектування.

1.7 Розвиток ландшафтознавства у зарубіжних країнах

Серед західно-європейських вчених ідею географічного комплексу вперше висунув англійський географ А. Гербертсон (1905 р.), який намітив природні регіони суші, тобто природні комплекси.

Термін «ландшафт» першим застосував німецький вчений Карл Ріхтер (1779-1859) для означення певних природних формацій.

У Німеччині ландшафтознавство набуло певного розвитку у 20-30-ті роки ХХ століття. Одним із перших теоретиків цього наукового напрямку був німецький географ і мандрівник З.Пасарге. Він дав характеристику ландшафтних зон Землі, які є великими ландшафтними одиницями, що складаються з ландшафтних областей і окремих ландшафтів, а також частин ландшафту – урочищ, фацій. Пасарге вважав, що твердо встановленими можуть бути лише дрібні внутрішньоландшафтні одиниці, а їх групування в більші ландшафтні комплекси – справа суб'єктивна. (Це твердження викликало тоді критику з боку Л.С. Берга). І на сучасному етапі деякі німецькі вчені розуміють окреслення ландшафту як суб'єктивний процес.

Цікавими є погляди німецького географа К. Троля, який розвивав екологію ландшафту. Він звернув увагу на функціональний аналіз ландшафтних комплексів, вивчення взаємодії між їх компонентами та балансу речовин.

У 1974 р. у колишній Німецькій Демократичній Республіці вийшла друком праця Е. Неєфа «Теоретичні основи ландшафтознавства», в якій ландшафт розглядається не тільки як природна, а й як природно-антропогенна система. Е. Неєф подав ідею трьох рівнів ландшафтно́ї диференціації: топологічний, хронологічний і геосферний.

У Польщі ландшафтознавство набуло певного розвитку під керівництвом професора Є. Кондрацького. Тут проводилися й проводяться експедиційні дослідження, зроблена класифікація ландшафтів країни і складена відповідна карта в масштабі 1:1000000. Розвивалися ландшафтні дослідження також у Чехословаччині, Болгарії, Румунії (вчення про пейзаж) та ін.

Останнім часом американські та канадські вчені виявляють певний інтерес до ландшафтознавства, вивчають і перекладають наукові праці наших вчених, ландшафтні карти, особливо оціночні. Отже, ландшафтознавство поступово займає належне місце в інших країнах.

Розділ 2 Системний підхід при вивченні ландшафтів. ПТК. Геосистеми.

2.1 Природні територіальні (географічні) комплекси (ПТК) і геосистеми

Ландшафтознавство – частина або розділ фізичної географії, отже, у нього, строго кажучи, не може бути особливого предмета дослідження, відмінного від предмета фізичної географії в цілому. Основна ідея сучасної фізичної географії – це ідея взаємного зв'язку і взаємної обумовленості природних географічних компонентів, які складають зовнішні сфери нашої планети. Історично ця ідея конкретизувалася в двох напрямках і привела до уявлень про географічну оболонку, з одного боку, і про природний територіальний, або географічний, комплекс –

з іншого.

У понятті про географічну оболонку отримали свій закінчений вираз думки про цілісний географічний комплекс у глобальних масштабах, що визначило предмет вивчення загальної фізичної географії, або загально-го землезнавства. Поняття про природний територіальний комплекс як конкретне локальне або регіональне поєднання компонентів земної природи лягло в основу ландшафтознавства.

Під *природними географічними компонентами* слід розуміти: 1) маси твердої земної кори; 2) маси гідросфери (на суші це різні скупчення поверхневих і підземних вод); 3) повітряні маси атмосфери; 4) біоту – співтовариства організмів – рослин, тварин і мікроорганізмів; 5) ґрунт. Крім того, як особливі географічні компоненти, як правило, розрізняють рельєф і клімат. По суті, перший є лише зовнішньою формою твердої земної кори, але не самостійним природним тілом; другий – сукупність певних властивостей і процесів повітряної оболонки, точніше – окремих повітряних мас. Проте і рельєф, і клімат відіграють таку важливу роль у формуванні і функціонуванні географічного комплексу, що за традицією за ними зберігаються права самостійних географічних компонентів.

Взаємна залежність географічних компонентів і реальність утворюваних ними складних матеріальних комплексів, або систем, виявляються в зв'язаних змінах компонентів від місця до місця, тобто в їх взаємній просторовій належності. Це легко показати на *профілях**, що перетинають будь-яку територію в якому-небудь напрямі, наприклад, з півночі на південь, коли услід за змінами клімату відбувається узгоджена зміна водного балансу, ґрунтів, рослинного і

* Профіль – вертикальний перетин, розріз якої-небудь ділянки земної поверхні по заданій лінії.

тваринного світу. Аналогічну картину, тільки у вужчих, локальніших масштабах, можна спостерігати на профілі, що перетинає різні елементи рельєфу від вододілу через схили і тераси до русел річок: разом з рельєфом змінюються поверхневі відкладення, мікроклімат, рівень ґрунтових вод, види ґрунтів, фітоценози.

Географічні компоненти взаємозв'язані не тільки в просторі, але і в часі, тобто їх розвиток також відбувається зв'язано. Так, на всяку зміну клімату обов'язково відреагують водоймища, рослинні і тваринні співтовариства, ґрунти і навіть рельєф. Щоправда, ця реакція не може бути миттєвою, оскільки кожному компоненту властива певна інерція і потрібний час, щоб вони «підтяглися» і перебудувалися. Але важливе те, що компоненти неминуче перебудовуються і прагнуть прийти у відповідність один з одним. Причини змін природного комплексу можуть бути різноманітними; поштовх їм можуть дати, наприклад, тектонічні рухи, які викликають підняття і опускання земної кори, що спричиняють зміни в кліматі і водному режимі, що, у свою чергу, викличе неминучу перебудову біоценозів, ґрунтів і т.д.

Таким чином, природний територіальний комплекс – це не просто набір або поєднання компонентів, а така їх сукупність, яка є якісно новим, складнішим матеріальним утворенням, що характеризується властивістю *цілісності*. Природний територіальний комплекс можна визначити як просторово-тимчасову *систему географічних компонентів, взаємообумовлених у своєму розміщенні і які розвиваються як єдине ціле*.

Природний територіальний комплекс – це певний рівень організації речовини Землі. Окремі компоненти комплексу не можуть існувати поза ним. По суті, їх неможливо навіть фізично розділити між собою, настільки складно вони переплітаються і взаємопроникають. Досить уявити собі будь-який з них, наприклад повітряний або водний компоненти, які пронизують всі інші, або біоту, проникаючу в кожен з неорганічних оболонок. Практично неможливо вивчати ком-

поненти поза ландшафтом як самостійні системи.

З тісної взаємообумовленості компонентів виходить важливий практичний висновок: можливість вивести або передбачити який-небудь невідомий компонент, якщо відомо хоча б декілька інших компонентів комплексу. Так, гідрологи з великою точністю встановлюють величину річкового стоку і його режим (у тих випадках, коли відсутні прямі спостереження), користуючись даними за кількістю атмосферних опадів, температурним режимом, характером рельєфу, властивостями гірських порід. Особливо важливе індикаційне значення мають ґрунти і рослинність, оскільки вони відображають найтонші нюанси клімату і гідрологічного режиму, фізико-хімічних властивостей гірських порід і змін рельєфу.

У 1963 р. В. Б. Сочава запропонував іменувати об'єкти, що вивчаються фізичною географією, *геосистемами*. Поняття «геосистема» охоплює весь ієрархічний ряд природної географічної єдності – від географічної оболонки до її елементарних структурних підрозділів. Геосистема – ширше поняття, ніж ПТК, оскільки останнє застосовується лише до окремих частин географічної оболонки, її територіальних підрозділів, але не розповсюджується на географічну оболонку як ціле. Таким чином, поняття «геосистема» об'єднує об'єкти як загальної фізичної географії, так і ландшафтознавства, підкреслюючи єдність цих двох гілок фізичної географії. Можна сказати, що об'єктом вивчення фізичної географії служать геосистеми, і це буде найкоротше і всеосяжне визначення фізичної географії.

Крім того, в терміні «геосистема» міститься особливий акцент на системну суть об'єкта, на його належність до систем як універсальної форми організованості в природі.

Питання про співвідношення географії і екології останніми роками привернуло особливу увагу географів у зв'язку з активним вторгненням слова «екологія» в наше життя і яв-

ним зіткненням цілей і задач обох наук. Із словами «екологія» часто асоціюються надії на приборкання стихійного процесу деградації життєвого середовища людства. Екологія завжди визначалася як наука про умови існування живих організмів і їх зв'язки із середовищем існування. У центрі уваги еколога – живі організми і їх співтовариства; абіотичне середовище розглядається лише в аспекті її впливу на життя організмів. Екологія була і залишається біологічною наукою. Одне з фундаментальних понять сучасної екології – екосистема як деяка єдність окремого організму, популяції або співтовариства і середовища існування. На перший погляд може здатися, що екосистема тотожна геосистемі. Насправді між екосистемою і геосистемою існують принципові відмінності. Екосистема, подібно геосистемі, включає біотичні і абіотичні компоненти природи, але при вивченні екосистем розглядаються лише ті зв'язки, які мають відношення до організмів. Екосистема — біоцентрична система, біота є її «господарем». У геосистемі ж всі компоненти рівноправні, і всі взаємозв'язки між ними підлягають вивченню. Таким чином, геосистема охоплює значно більше зв'язків і відносин, ніж екосистема (додаток А, рис. А.1). Екосистему можна розглядати як систему приватну (парціальну) по відношенню до геосистеми.

Інша відмінність екосистеми від геосистеми полягає у тому, що вона не має строгого об'єму, вона неначе безрозмірна. Як екосистеми можна розглядати і краплю води, і дупло дерева, і яке-небудь водоймище, і «персональне» середовище незаселеного окремого індивіда (наприклад, вовка) разом із «господарем». При такому широкому і невизначеному об'ємі деякі категорії екосистем територіально можуть збігтися з геосистемами. Це перш за все *біогеоценоз* як екосистема одного фітоценозу, що збігається з фацією, і біосфера як екосистема всіх живих організмів Землі, що збігається з географічною оболонкою. Але слід мати на увазі, що територіальний збіг не означає смислової, або понятійної, тотожності. Так, біосфера, тобто сфера життя, відо-

бражає лише приватний, біоцентричний погляд на географічну оболонку. Наявність життя – важлива, але не єдина специфічна якість цієї оболонки.

Геосистеми в сукупності складають життєве середовище людства, вони володіють екологічним і ресурсним потенціалом. Це означає, що саме вони забезпечують як всі біологічні потреби людей, так і необхідні енергетичні і сировинні джерела для розвитку виробництва. Від благополуччя ландшафтів залежить безперебійне відтворення таких життєвих ресурсів людства, як вільний кисень, вода, ґрунтова родючість і біомаса. Реальна загроза виснаження і скорочення відтворення природних ресурсів і разом з тим погіршення екологічних якостей середовища через її забруднення промисловими відходами, скорочення площі лісів і т.д. зі всією гостротою поставили проблему раціонального використання і охорони природного середовища, її оптимізації.

2.2 Основні поняття вчення про геосистеми

Виділяючи геосистеми як якісно особливий рівень організації земної природи, слід відразу зазначити, що в рамках загального поняття «геосистема» існує своя внутрішня ієрархія, свої структурні рівні – від відносно простіших до складніших. До геосистем можна віднести і верховий болотний масив, і Прип'ятське Полісся, і Тайгову зону, і, нарешті, всю географічну оболонку. Зрозуміло, що це утворення різного порядку, або рангу, хоча усім їм властиві деякі загальні ознаки, що дозволяють вважати їх геосистемами. Встановлення ієрархічних відносин, природного взаємовпорядкування у величезному різноманітті геосистем становить одну з важливих задач ландшафтознавства.

Перш ніж розпочати огляд основних понять, що стосуються властивостей геосистем, необхідно розрізняти три головні рівні організації геосистем: планетарний, регіональний і локальний, або топічний (від грецьк. *topos* – місце).

Планетарний рівень представлений на Землі в

єдиному екземплярі – географічною оболонкою. Термін «географічна оболонка» походить від назви науки і не несе ніякого змістовного навантаження (у назвах окремих земних сфер таке «навантаження» міститься: атмосфера перекладається як *повітряна* оболонка, гідросфера — як *водна* оболонка і т. д.). Тому пропонувалися різні найменування цієї оболонки. Найкоротший і точніший термін — *епігеосфера*, що в буквальному перекладі означає «зовнішня земна оболонка», як її вперше і визначив ще в 1910 р. П. І. Броунов.

До геосистем *регіонального рівня* належать великі і досить складні за будовою структурні підрозділи епігеосфери – фізико-географічні, або ландшафтні, зони, сектори, країни, провінції та ін.

Фізико-географічні зони, ландшафтні зони суші – крупні підрозділи географічної оболонки Землі, які змінюються від екватора до полюсів і від океанів углиб континентів; мають близькі умови температур і зволоження, що визначають однорідні ґрунти, рослинність, тваринний світ та інші компоненти природного середовища. Виражені на суші і в океані, де виявляються менш виразно. У межах фізико-географічної зони щодо переважання ландшафтів того або іншого типу виділяються фізико-географічні підзони. Багатьом фізико-географічним зонам назви традиційно даються за найяскравішим індикатором – типом рослинності, що відображає найважливіші особливості більшості природних компонентів і процесів (лісові зони, степові зони, зони саван та ін.).

Фізико-географічний сектор – великі частини материків з різною структурою географічної зональності і з своєрідною сезонною ритмікою природних процесів, пов'язаних з відмінностями у зволоженні, із впливом океанічних течій, із ступенем континентальності клімату та іншими чинниками. Розрізняють західно-приокеанічні, внутрішньоматерикові, східно-приокеанічні і перехідні між ними сектори.

Фізико-географічна країна – велика територія, що ви-

діляється за географічним положенням і природними умовами; одна з вищих таксономічних одиниць *фізико-географічного районування* (фізико-географічне районування – див. розд. 4.1) Фізико-географічна країна характеризується єдністю геологічної структури, спільністю макрорельєфу, атмосферних процесів, специфічними проявами географічної зональності або висотної поясності.

Фізико-географічна провінція – частина географічної зони у складі певної фізико-географічної області; регіональна одиниця фізико-географічного районування. Фізико-географічні провінції виділяються за морфоструктурними особливостями рельєфу і клімату, а в горах – за характером висотної поясності.

Під системами *локального рівня* розуміють відносно прості ПТК, з яких побудовані регіональні геосистеми, які називають *урочища, фації* (див. розд.3.3) та ін.

Регіональні і локальні геосистеми, або природні територіальні (географічні) комплекси, і є безпосередніми об'єктами ландшафтного дослідження. Таким чином, можна визначити, що *ландшафтознавство є розділом фізичної географії, предметом якого є вивчення геосистем регіонального і локального рівнів як структурних частин епігеосфери (географічної оболонки)*. Це визначення підкреслює нерозривний зв'язок ландшафтознавства і загальної фізичної географії.

Епігеосфера, будучи єдиною, цілісною матеріальною системою, зовсім не є чимось однорідним або аморфним: у ній виразно виділяються різноманітні структурні частини. Епігеосфера має одночасно властивості *безперервності (континуальності) і уривчастості (дискретності)*. Обидва ці властивості знаходяться в діалектичній єдності і неправомірно ставити питання про те, яке з них «головне», або «переважаюче», а яке «підлегле», «другорядне» і т.п. Континуальність епігеосфери обумовлена взаємопроникненням її компонентів, потоками енергії і речовини, їх глобальними круговоротами, тобто проце-

сами інтеграції. Дискретність – прояв процесів диференціації речовини і енергії епігеосфери, певної внутрішньої структурованості окремих частин, що виконують свої функції у складі цілого. Диференціація і інтеграція здійснюються в природі спільно і одночасно і також повинні розглядатися в діалектичній єдності. Нерідко один і той самий чинник виконує як диференціюючу, так і інтегруючу роль в епігеосфері. Рельєф, наприклад, створює великі контрасти між геосистемами, але він же їх об'єднує, спрямовуючи «крізні» потоки води і мінеральних речовин.

Просторова диференціація епігеосфери має двоякий характер – її слід розглядати по вертикалі і по горизонталі. По вертикалі будова епігеосфери має ярусний характер і виражається в розташуванні основних приватних геосфер відповідно до щільності складаючої їх речовини. На контактах атмосфери, гідросфери і літосфери відбувається їх найактивніше взаємопроникнення і взаємодія, саме тут спостерігається концентрація життя, формується похідний компонент – ґрунти. Вузьку контактну і найактивнішу плівку епігеосфери іноді називають *ландшафтною сферою*. Вона складається із трьох різних частин, що стосуються до приповерхневого шару літосфери разом із приземним шаром тропосфери, до поверхневого шару Світового океану і океанічного дна.

Найбільшою складністю і мозаїчністю горизонтальної (латеральної) структури відрізняється контактний шар на поверхні розділу суші і атмосфери, який можна називати *сферою наземних ландшафтів*. По суті, ця структурна одиниця епігеосфери формується на контакті всіх трьох основних геосфер, включаючи гідросферу, яка представлена тут різноманітними скупченнями поверхневих і підземних вод. Тут же зосереджена переважна частина (не менше 99%) живої речовини нашої планети. У сфері наземних ландшафтів знаходяться основні механізми трансформації енергії і речовини, це свого роду грандіозна лабораторія, в якій безперервно відбу-

ваються процеси розчинення, окиснення, відновлення, гідратації, біологічного синтезу і розкладання, механічного руйнування гірських порід, перенесення і акумуляції пухких відкладень, випадання атмосферних опадів, стоку, фільтрації, випаровування, формування ґрунтів, льодовиків, різномантних форм рельєфу.

Складна диференціація ландшафтної сфери, що виражається в мозаїці геосистем різних рангів і різних типів, поступово згладжується по вертикалі – у напрямку до зовнішніх рубежів епігеосфери (тобто в атмосфері і літосфері). Тому межі регіональних і локальних геосистем практично неможливо продовжити до верхніх і нижніх меж епігеосфери. Іншими словами, не можна просто розділити всю товщу цієї оболонки на геосистеми всіх ступенів або ж, навпаки, скласти з останніх, як з кубиків, всю епігеосферу.

Задачі ландшафтознавства полягають у всесторонньому пізнанні ПТК, тобто регіональних і локальних геосистем суші, – закономірностей їх диференціації і інтеграції, розвитку і розміщення, їх різних властивостей, структури, функціонування, динаміки і еволюції.

Найважливішою властивістю всякої геосистеми є її *цілісність*. Це означає, що систему не можна звести до простої суми її частин. Із взаємодії компонентів виникає щось якісно нове, чого не могло б бути у механічній сумі рельєф + клімат + вода і т.д. До особливих нових якостей геосистеми слід віднести її здатність продукувати біомасу. Біологічна продуктивність – це результат «роботи» свого роду складного природного механізму, в якому беруть участь всі компоненти геосистеми, включаючи енергетичний компонент – сонячну енергію. І не випадково кількість (а також якість) щорічно продукованої біомаси змінюється у строгій відповідності до характеру географічного комплексу: у степовій зоні воно вище, ніж в тундровій або пустинній, на карбонатних породах вище, ніж на безкарбонатних, в долинах вище, ніж на межиріччях, і т.д.

Своєрідним «продуктом» наземних геосистем і

одним з яскравих свідочств їх реальності і цілісності служить ґрунт. Якби сонячне тепло, вода, материнська порода і організми просто співіснували на одному місці, але не взаємодіяли, не функціонували як єдиний складний механізм, ніякого ґрунту не могло б бути.

Цілісність геосистеми виявляється в її відносній автономності і стійкості до зовнішніх дій, у наявності об'єктивних природних меж, упорядкованості структури, більшій тісноті внутрішніх зв'язків порівняно із зовнішніми.

Геосистеми належать до категорії *відкритих систем*; це означає, що вони пронизані потоками енергії і речовини, що пов'язують їх із зовнішнім середовищем. Середовище геосистеми утворене вмісними системами вищих рангів, кінець кінцем – епігеосферою (середовище останньої – космічний простір і підстилаючі глибинні частини земної кулі).

У геосистемах відбуваються безперервний *обмін і перетворення речовини і енергії*. Складніше питання про наявність і роль інформаційного обміну в геосистемах. При широкому тлумаченні поняття «інформація» його можна застосувати і до географічного комплексу. Але і при вузькому і строгішому значенні цього слова треба визнати, що інформаційні зв'язки у геосистемі наявні, оскільки одним із її компонентів є біота, якій властивий обмін інформацією.

Усю сукупність процесів переміщення, обміну і трансформації енергії, речовини, а також інформації у геосистемі можна назвати її *функціонуванням*. Функціонування геосистеми здійснюється за законами механіки, фізики, хімії і біології. З цієї точки зору геосистема є складною (інтегральною) фізико-хіміко-біологічною системою. Функціонування геосистем складається із трансформації сонячної енергії, вологообороту, геохімічного круговороту, біологічного метаболізму і механічного переміщення матеріалу під дією сили тяжіння.

Структура геосистеми – складне, багатопланове по-

няття. Її визначають як просторово-часову організацію (упорядкованість) або як взаємне розташування частин і способи їх з'єднання.

Просторовий аспект структури геосистеми полягає в упорядкованості взаємного розташування її структурних частин. Останні, у свою чергу, розглядаються дwoяко – як компоненти і як субсистеми, тобто підлеглі геосистеми нижчих рангів. Таким чином, у природному територіальному комплексі, як і у всій епігеосфері, необхідно розрізняти структуру вертикальну (або радіальну) і горизонтальну (або латеральну). Перша виражається в ярусному розташуванні компонентів, друга – в упорядкованому розташуванні ПТК нижчих рангів. Але поняття структури припускає не просто взаємне розташування складових частин, а способи їх з'єднання. Відповідно розрізняються дві системи внутрішніх зв'язків у ПТК – вертикальна, тобто міжкомпонентна, і горизонтальна, тобто міжсистемна. Ті й інші здійснюються шляхом передачі речовини і енергії (частково також інформації). Прикладами вертикальних системотвірних потоків можуть служити випадання атмосферних опадів, їх фільтрація в ґрунт і ґрунтові води, підняття водних розчинів по капілярах ґрунту і материнської породи, випаровування, транспірація, опадання органічних залишків, всмоктування ґрунтових розчинів кореневою системою рослин. До горизонтальних потоків, що зв'язують між собою окремі ПТК у межах територіальної єдності вищих рангів, належать водний і твердий стік, стікання холодного повітря по схилах, перенесення хімічних елементів з водоймищ на суходоли з біомасою птахів і комах та ін.

Структура геосистеми має, крім просторового, і часовий аспект. Складові частини геосистеми впорядковані не тільки в просторі, але і в часі. Достатньо пригадати про сніжний покрив – це специфічний тимчасовий (сезонний) компонент багатьох геосистем, наявний у них тільки взимку. З іншого боку, зелена маса рослин у помірних широтах наявна і «працює» тільки в теплу пору року. Таким чином, у поняття

структури геосистеми необхідно включити і визначений, закономірний набір її станів, що ритмічно змінюються у межах деякого характерного інтервалу часу, який можна назвати характерним *часом, або часом виявлення геосистеми*. Таким відрізком часу є один рік: це той мінімальний часовий проміжок, протягом якого можна спостерігати всі типові структурні елементи і стани геосистеми.

Усі просторові і часові елементи структури геосистеми становлять її *інваріант*. Інваріант – це сукупність стійких, відмінних рис системи, що додають їй якісну визначеність і специфічність і дозволяють відрізнити дану систему від усіх інших.

Із сказаного видно близькість понять *структура і динаміка геосистеми*. Під динамікою слід розуміти зміни системи, які мають оборотний характер і не ведуть до перебудови її структури. Сюди відносять головним чином циклічні зміни, що відбуваються у рамках одного інваріанта (добові, сезонні), а також відновні зміни станів, що виникають після порушення геосистеми зовнішніми чинниками (у тому числі і господарською дією людини). Динамічні зміни свідчать про певну здатність геосистеми повертатися до початкового стану, тобто про її стійкість. Стійкість і мінливість – дві важливі якості геосистеми, що знаходяться в діалектичній єдності.

Від динаміки слід відрізнити *еволюційні зміни геосистеми*, тобто розвиток. *Розвиток* – спрямована (необоротна) зміна, що приводить до корінної перебудови структури, тобто до появи нової геосистеми. Прогресивний розвиток властивий усім геосистемам. Перебудова локальних ПТК може відбуватися на очах людини, про це свідчать такі процеси, як заростання озер, заболочування лісів, виникнення ярів. Час трансформації систем регіонального рівня вимірюється геологічними масштабами. Розвиток геосистем – складний процес, пізнання якого вимагає специфічних підходів залежно від рангу геосистеми.

Складність будови геосистеми знаходиться в прямій

відповідності з її рівнем (рангом), тому всі ознаки і властивості геосистем потребують конкретизації і роздільного розгляду стосовно різних ступенів геосистемної ієрархії. Про три головні рівні геосистемної ієрархії вже згадувалося вище. Вони охоплюють весь ряд послідовних ступенів від фації як нижньої, далі неподільної, або елементарної, географічної одиниці до епігеосфери як верхньої межі фізико-географічного дослідження.

У цьому ряді необхідно виділити основну, або вузлову, сходинку – *ландшафт*. Якщо весь ієрархічний ряд геосистем уявити у вигляді сходів з багатьма сходинками, нижня з яких – фація, а верхня – епігеосфера, то ландшафт можна порівняти зі сходовим майданчиком, що розділяє нижній проліт сходів (що відповідає системам топологічної розмірності) і верхній (відповідний системам регіональної розмірності).

Співвідношення між індивідуальними і типологічними категоріями геосистем схематично відображені на рис. А.2(додаток А).

Розділ 3 Морфологія ландшафту

3.1 Ландшафт. Різні трактування терміна «ландшафт»

Ландшафт (від нім. land — земля, schaft — суфікс, що виражає взаємозв'язок, взаємозалежність) – це конкретна територія, яка має єдиний геологічний фундамент (місцева геологічна структура), один тип рельєфу (одна морфоскульптура), однаковий клімат, зональний тип ґрунтів і рослинності (у межах однієї природної зони), специфічний набір урочищ та місцевостей. Конкретними (індивідуальними) ландшафтами можна назвати Хотинську широколистяно-лісову височину, Бельцку лучно-степову рівнину в Молдові та ін.

Єдність геологічного фундаменту означає однаковість корінних (неогенові, палеогенові тощо) і четвертинних (ґрунтотвірних) порід. Прикладом останніх є алювіальні (продукт діяльності річкових вод) і воднольодовикові (діяльність талих вод льодовика) відклади. Ві-

дповідно формується ландшафт з одним типом рельєфу, наприклад, долинно-терасовий та ін.

Однаковість клімату проявляється через мезокліматичні характеристики (головним чином температури січня і липня місяців, сума температур більше + 10 °С, річна сума опадів, відношення зимових опадів до літніх).

Носіями зонального типу ґрунтів і рослинності є вододільні місцевості (елювіальні місцеположення), їх генезис залежить, головним чином, від співвідношення тепла і вологи, літології та характеру залягання поверхневих гірських порід.

І нарешті, ландшафт має специфічний (індивідуальний) набір урочищ і місцевостей, які формують його горизонтальну (морфологічну) та вертикальну (або компонентну) структури, зумовлюють його цілісність.

Серед учених існують три трактування терміна «ландшафт»: загальне, типологічне та індивідуальне.

Загальне трактування: ландшафт є синонімом природного територіального комплексу. (Це погляд Мількова Ф.Н.; Арманда Д.Л. та ін.). Згідно з цим трактуванням ландшафт таке ж загальне поняття, як рельєф, ґрунт, клімат, і може бути застосований для різних за розміром і складністю територій (наприклад, ландшафт Руської рівнини, ландшафт Карпат, лучний ландшафт, болотний ландшафт і т.д.).

Типологічне трактування – це ландшафти, які можуть поєднуватися за типовими ознаками в певні групи (види, роди, типи, класи) і повторюються у межах певних територій. (Вчені Полинов Б.Б., Гвоздецький М.О., Маринич О.М., Шищенко П.Г.). У практичній діяльності (наприклад, при оцінці природних ресурсів) доцільніше розробляти ті чи інші норми стосовно до типових ландшафтів, ніж для кожного ландшафту окремо. Тому типологічна класифікація має практичне (прикладне) значення. Вона є основою для дослідження, картографування і наукового опису ландшафтів різних територій.

Індивідуальне трактування: ландшафт розуміється як конкретний, неповторний ПТК, має власну географічну назву (Солнцев М.А., Геренчук К.І., Ісаченко А.Г., Ніколаєв В.О., Давидчук В.С.). Відповідно до цього трактування ландшафт є складовою частиною більших від нього територіальних одиниць (ландшафтного району, ландшафтно-ї області і т.д.).

Порівняння індивідуальних ландшафтів дає можливість встановити їх типологічні ознаки і систематизувати або класифікувати їх. Це свідчить про те, що ландшафт можна розглядати як із типологічних, так і з індивідуальних позицій. Вони не суперечать один одному, а взаємодоповнюються, тому доцільне використання обох трактувань.

Ландшафт – це вузлова одиниця в ієрархії ПТК (додаток А, рис. А.3). Тобто, з одного боку, ландшафт є закономірно побудованою системою локальних ПТК (місцевість, урочище, фація). З іншого боку, він одночасно виступає частиною ПТК більш високого рангу (фізико-географічного або ландшафтного району, області, провінції і т.д.), які сформувалися внаслідок територіального об'єднання (інтеграції) окремих ландшафтів. Все це зумовлює його специфічне вузлове положення в системі таксономічних одиниць фізико-географічної (ландшафтної) диференціації.

Маючи справу з ландшафтами, потрібно звернути увагу як на індивідуальні їх риси, так і на типологічні особливості груп, в які вони об'єднуються.

3.2 Просторова структура ландшафту

Структура ПТК – це просторово-часова організація (упорядкованість) або взаємне розташування частин і засобів їх з'єднання*. Виділяють вертикальну (або компонентну) і морфологічну (горизонтальну) струк-

* Часова структура ПТК - це добові, сезонні, внутрішньовікові, багатовікові зміни станів ПТК. Вона враховується при дослідженні функціонування, динаміки ландшафтів.

тури.

Вертикальна структура ландшафту – це послідовне розташування компонентів по вертикалі (за ярусами): приземний шар повітря, рослинний і тваринний світ, ґрунти, поверхневі води, гірські породи, підземні води. Разом із тим перелічені компоненти формують відповідні сфери (атмо-, біо-, педо-, гідро-, літосфера), які тісно взаємозв'язані.

Обмін речовиною і енергією між окремими ярусами (сферами) відбувається по вертикалі. З одного боку, це підняття водних розчинів по капілярах ґрунту і всмоктування їх кореневою системою, просочування атмосферних опадів, їх випаровування, висхідні потоки повітря, випадання органічних рештків і пилу і т.д.

Морфологічна структура ландшафтів. Це упорядковане просторове розташування морфологічних одиниць у межах ПТК більш високого рангу. Обмін речовиною й енергією між окремими ПТК відбувається шляхом підземного ґрунтового стоку, стікання атмосферних опадів по схилах та ін. Важливу роль при цьому відіграють різні види міграції хімічних речовин (водна, атмосферна, біогенна, механічна та ін.). Тут, окрім радіальної, виникає специфічна латеральна міграція речовин.

3.3 Морфологічні одиниці ландшафту (фація, урочище, місцевість)

Основними об'єктами польових досліджень є ПТК низького рангу – фації, підурочища, урочища й місцевості.

Ландшафтна фація – це найпростіший ПТК, який займає елемент мезоформи рельєфу (одну грань) або його частину, всю мікроформу або її частину, з однаковою літологією поверхневих (ґрунтових) порід, однакоvim характером ґрунтового зволоження, одним мікрокліматом, однією ґрунтовою відміною і одним біоценозом (в умовах не порушеної природної рослинності).

Отже, з діагностичних ознак випливає, що фація характеризується найбільшою однорідністю природних умов. Вона може займати частину або весь елемент мезоформи, частину або всю мікроформу (днище западини, схил яру, вершину піщаного валу на терасі й ін.). Однакова літогенна основа забезпечує однорідність умов існування організмів (тепловий режим, баланс вологи й мінеральних речовин).

Приклади фацій: полого ділянка вододілу з вилуженими середньосуглинистими чорноземами, розорана; пологий схил балки з темно-сірими лісовими важкосуглинистими ґрунтами, розораний; днище балки з лучно-болотними ґрунтами і злаково-осоковою асоціацією; мікропониження (старичного типу) на заплаві, з дерновими глеевими важкосуглинистими ґрунтами, під щучником (займає всю мікроформу рельєфу); схил яру західної експозиції, що росте в покривних суглинках, незадернований (займає частину мезоформи).

За своїм походженням фації поділяються на природні (корінні) та антропогенні (похідні).

В умовах порушеного природного рослинного покриву, де корінний фітоценоз не зберігся або зберігся лише частково, бувають випадки, коли в межах однієї фації зустрічається кілька фітоценозів. Наприклад, поряд із бучиною розміщений березняк або суходільні луки. У таких випадках вирішальне значення має літогенна основа, тобто рельєф, літологічний склад поверхневих порід і ґрунтовий покрив. Там, де втрутилася людина, на ділянці однієї фації може бути кілька фітоценозів. Єдність рослинного угруповування (фітоценозу) у межах фацій властива тільки територіям із непорушеним рослинним покривом.

Основною морфологічною одиницею ландшафту є урочище, яке виділяють при будь-якому ландшафтному дослідженні.

Урочище – це ПТК, який складається з генетично взаємопз'язаних фацій або груп фацій (підурочищ), утворе-

них у межах частини або цілої мезоформи рельєфу, з однаковою спрямованістю руху вод і твердого матеріалу, однорідністю літологічних відмін ґрунтоутворюючих порід (глини, суглинки, піски і ін.), однотиповим поєднанням тепла і зволоження, ґрунтових відмін і рослинності. (В лісових урочищах зберігається один тип лісорослинних умов місцезростання).

Урочище, як правило, утворюється у межах мезоформи рельєфу. (Приклади мезоформ: балка, яр, вододільна рівнина, річкова долина з її елементами — заплава, надзаплавна тераса, схили берегів та ін.). Крім того, урочища відрізняються не лише складнішою будовою, а й більшою вертикальною протяжністю (охоплює ґрунтоутворюючі породи, четвертинні відклади).

Приклади урочищ: нижньотерасова рівнина, утворена суглинками, з типовими чорноземами під ріллею; слабоеродований схил долини, складений глинами, з темно-сірими лісовими ґрунтами, під свіжою дібровою; пологосхилова балка, врізана в суглинок, із вилуженими чорноземами, під багаторічними насадженнями. У пологосхилівій балці можна виділити підурочища за експозицією схилів (наприклад, схил північно-східної й південно-західної експозиції та підурочище днища). У такому випадку урочище відповідає самостійній формі рельєфу.

Характерними урочищами рівнинних ландшафтів можуть бути ПТК, які утворились у межах таких мезоформ рельєфу, як плоска вододільна рівнина на суглинках: надзаплавна тераса певного рівня й однакової будови; незначна балка або яр, що врізані в однорідні породи; западини між грядами і т.п.

При заляганні пластів різних порід уздовж і упоперек схилів або зміні різних корінних рослинних формацій урочища займають не весь схил, а тільки його частину. Бувають випадки, коли одна балка вміщує три самостійних урочища, що зумовлено передусім різномані-

тністю літології порід. Подібні балки належать до складних урочищ.

За своїм значенням у морфологічній будові ландшафту урочища поділяються на чотири види: 1) домінантні, або фонові (займають великі площі і трапляються часто); 2) субдомінантні (трапляються теж часто, але займають менші площі); 3) рідкісні (трапляються зрідка, наприклад, на виходах вапняків); 4) унікальні (трапляються тільки 1 раз). Перші два є основними при формуванні місцевостей, два останні вважаються доповнюючими, або підлеглими. З точки зору господарського використання, першочергове значення мають фонові урочища. На відміну від урочищ унікальних рідкісні урочища розташовані цілими групами і разом з фоновими формують ландшафтні місцевості.

Урочище є основним об'єктом польового ландшафтного картування як на рівнинах, так і в горах.

Підурочище – це ПТК, складений із генетично і динамічно пов'язаних фацій у межах одного елемента мезорельєфу однієї експозиції (наприклад, крутий (до 25°) схил північної експозиції, покритий заростями рододендрона, на бурих лісових ґрунтах).

Місцевість – це складна морфологічна одиниця ландшафту, яка утворюється з урочищ і фацій, з одним типом комплексів мезоформ рельєфу, однорідною геологічною основою, місцевим кліматом, із переважанням одного підтипу (типу) ґрунтів і рослинності.

Формування місцевості пов'язано, головним чином, із варіаціями геологічного фундаменту (літологія і вік порід) і рельєфу.

Приклади місцевостей: вододільна рівнина утворена суглинками на неогенових глинах, із чорноземами, вилуженими й опідзоленими, розорана; нижньотерасова рівнина, утворена суглинками на сарматських вапняках, із чорноземами карбонатними, під ріллею; вододільно-хвилясті рівнини, утворені важкосуглинистими породами

на глинах, із сірими лісовими ґрунтами і ділянками свіжої діброви. У назві місцевості, як правило, відображають тип рельєфу, характер геологічного фундаменту. Ознаки ґрунтово-рослинного покриву включають основні різновиди і угруповання основних урочищ. Кліматичні й гідрологічні умови характеризуються опосередковано, через біогенні компоненти.

Для ландшафтів підвищених рівнин із долинним розчленуванням (наприклад, Прут-Дністровське межиріччя) як окремі місцевості можна розглядати ділянки вододілів (межиріч), терас, заплав, із характерним кожній із них поєднанням урочищ. Для територій із значним вертикальним і горизонтальним розчленуванням окремими місцевостями є ділянки обширних схилів із великими зсувними цирками, врізаними в глинисті породи, або ділянки еродованих схилів, утворених суглинками з близьким заляганням вапняків.

В окремих випадках місцевості виділяються в межах одного ландшафту не за відмінностями в якісному утворенні урочищ, а лише в кількісному відношенні, наприклад, ділянки заболоченої заплави рівнини з більшою або меншою участю болотних урочищ. Крім того, як окремі місцевості можна розглядати фрагменти чужих ландшафтів серед даного ландшафту. Так, серед лісостепових, добре дренованих рівнин трапляються ділянки надлишково зволжених широколистяно-лісових ПТК.

Місцевість найчастіше є об'єктом середньомасштабного картографування й камерального узагальнення.

Названі морфологічні одиниці об'єднуються в більш складніший ПТК – ландшафт (вид ландшафту).

3.4 Типи морфологічної структури ландшафтних комплексів

Однією з діагностичних ознак ландшафтів є їхня *морфологічна структура* – порядок взаємного розташування морфологічних одиниць на території даного ландшафту. Якщо морфологічна структура змінюється, то це озна-

чає, що ми перейшли в інший ландшафт.

Розрізняють кілька типів морфологічних структур ландшафтів за походженням їхньої літогенної основи: флювіальний, моренний, еоловий, морський узбережний, карстовий, низькогірний, куестовий та ін.

Морфологічна структура урочищ залежить від форми мезорельєфу (опукла, увігнута, плоска, дрібнохвиляста тощо), літологічного складу і потужності материнських порід ґрунту. Найпоширеніші такі типи морфологічних структур урочищ: дифузна, плямиста, концентрична, переміжна, смугасто-ступінчаста, мозаїчна.

3.5 Особливості ландшафтної структури гірських територій

Диференціація гірських країн більш складна, ніж рівнинних, у зв'язку з появою висотної поясності, яка переважає інші закономірності. Значні відмінності ландшафтів у горах зумовлені як зональними й азональними причинами, так і місцевими орографічними і структурно-літологічними факторами.

Орографічні фактори – це експозиція схилів (макросхили, другорядні схили), густота ерозійного розчленування, глибина візду долин, їх напрям та ін. Важливо врахувати солярну експозицію, яка найбільшого значення набуває в помірному поясі, і вітрову, або циркуляційну. Остання має значення як бар'єр на шляху холодних повітряних мас, який підвищує ефект солярної експозиції на південних схилах і переймає вологу (інтенсифікуючи діяльність циклонів) на навітряних схилах. У бар'єрній тіні можуть утворюватися холодні пустелі (Памір) або міжгірні улоговини з більш сухим кліматом. Спостерігається й інверсія висотних поясів, тобто обернена послідовність їх за висотою (Південний Урал).

Добрий приклад впливу структурно-літологічного фактору – Кримські гори. Тут на глинистих сланцях і пісковиках (таврична формація) ростуть ліси, а на вапняках (юри) – степ. Отже, границя цих порід є межею різних

ландшафтів.

Гори в плані утворюють ландшафтні яруси : 1 - низькогір'я; 2 - середньогір'я; 3 - високогір'я, що виражає зміну рельєфу за висотою. У відзначених ярусах розміщені висотні пояси (додаток А, рис. А.4, А.5). Приклади поясів: лісовий, гірсько-лучний, льодовиково-нівальний. Як правило, висотна поясиність закінчується нівально-льодовиковим поясом, але не всі гори його досягають .

У працях Г. П. Міллера досить повно висвітлені морфологічні одиниці гірських ландшафтів. Там наведені додаткові (специфічні) для гірських ландшафтів морфологічні одиниці: літогенетична стрія, морфогенетична висотна місцевість і орокліматичний сектор. У результаті морфологічні одиниці гірських ландшафтів формують такий ряд: фація – підурочище – урочище (просте, складне) – стрія – висотна місцевість – сектор – ландшафт.

Стрія (від лат. *stria* – смуга) – це ПТК, який складається з ряду літологічно однорідних урочищ у межах однієї висотної місцевості. Стрію можна визначити за її головними властивостями. Наприклад: 1) стрія на аргілітово-алевролітових відкладах із вологими ялицевими лісами (Карпати); 2) стрія на піщано-глинистих (сарматських) відкладах зі свіжою дібровою (Кодри Молдови). Приклад повної назви стрії: круті пригребеневі схили на пісковиках і пачках флішу з асоціацією чорниці і буяхи на гірських буроземних ґрунтах.

Висотна місцевість – це ПТК, що розвивається на основі висотних генетично зв'язаних комплексів мезоформ рельєфу. Вони можуть виникнути у процесі розвитку окремих масивів, хребтів, улоговин під впливом одного з факторів морфогенезу.

Висотні місцевості утворюють ніби певний поверх гірського ландшафту. Приклади: давньольодовикове субальпійське високогір'я (ерозійне); крутосхилове ерозійно-денудаційне лісове середньогір'я; днище долин із низькими цокольно-алювіальними терасами з луками на гір-

сько-дернових ґрунтах та ін.

Ландшафтний сектор являє собою вертикальний ряд спряжених ділянок висотних місцевостей (груп стрій), які розвиваються в подібних умовах солярної і циркуляційної експозицій. Отже, вони виділяються за відмінностями в кліматі (температурний режим і зволоження), що впливає на розвиток біокомпонентів, та ін. Так, у ландшафті гірської групи *Чорногори*⁵⁷ південно-західні макросхили дістають за рік на 200-300 мм опадів більше, ніж північно-східні, а середня температура вегетаційного періоду відповідно вища на 2 °С. Інший приклад, у межах висотної місцевості крутосхилового середньогір'я ландшафту *Свидовецького масиву*⁵⁸ на схилах північно-східної макроекспозиції переважають ялинові ліси, тоді як на південно-західному макросхилі – букові.

Гірський ландшафт є цілісним багатоповерховим додатним чи від'ємним за формою природним територіальним макрокомплексом, який чітко відокремлений у геологічному фундаменті та рельєфі гірської області й складається з висотних місцевостей. Про його зонально-провінційне положення свідчать біогенні компоненти.

Прикладами є гірські ландшафти масиву *Свидовець*, *Ясінської улоговини*⁵⁹ і *Мармароського масиву*⁶⁰ та ін. (Міжгірські впадини виділяються в самостійні ландшафти). Ландшафт *масиву Чорногір'я*⁶¹ в Карпатах середньогірний, із переважанням гірсько-тайгового поясу і субальпійського з ділянками альпійського (у верхній частині).

Територія, яка характеризується своєрідним висотним спектром поясності знизу до верху, не може розглядатись як єдиний ландшафт, тому що розташована у межах різних ярусів, на неоднорідному структурно-літологічному і геоморфологічному фундаменті і має різні умови кліматоутворення та ін. (додаток А, рис.А.5). Іноді ландшафт не виходить за межі одного висотного поясу.

Розділ 4 Класифікація ландшафтів

4.1 Поняття про класифікацію (загальні зауваження). Необхідно чітко розрізняти поняття «типологія» і «класифікація». Типологія в загальному розумінні це об'єднання конкретик об'єктів за ознаками подібності (типовими рисами) в їх групи. Класифікація (від лат. classis - розряд, клас і facio – роблю, розглядаю) – це поділ однорідних об'єктів на класи, типи та інші таксони, які знаходяться в співпідрядності один з одним (ієрархія). Терміни «класифікація» і «таксономія» є синонімами.

Як зазначалося, природно-територіальні комплекси (ландшафти) можуть розглядатись як в індивідуальному, так і в типологічному плані. Об'єктом безпосереднього дослідження є конкретні ПТК. Водночас для науки й практики необхідна їх систематизація.

Порівнянням конкретних ПТК за ознаками подібності можна провести їх типологію. Класифікуючи ці одиниці, тобто об'єднуючи їх за певними ознаками подібності у види, типи, класи і т.д., отримуємо складну систему типологічних одиниць. Будь-яка типологічна одиниця (наприклад, тип ландшафту, урочища) є результатом наукового узагальнення.

Крім типологічної класифікації, здійснюють регіональну класифікацію, тобто поділ ландшафтів на окремі групи у відповідності до певних індивідуальних ознак. Основними регіональними таксономічними одиницями є: країна, зона, підзона, провінція, область, район. Названі одиниці характеризуються у процесі фізико-географічного районування території.

Фізико-географічне районування – система територіальних підрозділів земної поверхні (регіонів), що характеризуються внутрішньою єдністю і своєрідними рисами природи; процес їх виявлення – одна з форм синтезу у фізичній географії. Фізико-географічне районування можна визначити як особливий рід систематики природних територіальних комплексів і як метод виявлення індивідуальної специфіки

окремих частин географічної оболонки. Фізико-географічне районування включає вивчення супідрядних природних територіальних комплексів (фізико-географічних країн, зон, районів та ін.) і складання їх всесторонніх характеристик; дослідження малих територіальних комплексів, що входять до складу географічного ландшафту (урочищ, фацій), як правило, не належить до фізико-географічного районування, але деякі дослідники включають у сферу фізико-географічного районування природні територіальні комплекси всіх рангів.

Районування може проводитися за комплексом ознак, що охоплюють всі або майже всі компоненти природного середовища (комплексне фізико-географічне, або ландшафтне, районування), і за якими-небудь окремими ознаками – рельєфом, кліматом, ґрунтами і т.п. (приватне, або галузеве, природне районування).

Кожний фізико-географічний регіон окреслений природними межами, що мають більш-менш чіткий характер. Цілісність і внутрішня єдність кожного окремого регіону визначаються спільністю історії його розвитку і географічного положення, єдністю багатьох природних процесів (наприклад, циркуляції атмосфери, вологообороту, міграції хімічних елементів) і просторовою пов'язаністю його окремих частин. Формуючись у процесі розвитку і диференціації земної поверхні, фізико-географічні регіони мають свою історію і вік, що визначає необхідність історико-генетичного підходу до районування.

На кожен регіон впливають зональні (визначаються широтним розподілом сонячної радіації на земній поверхні) і азональні чинники (особливості гіпсометричного положення речовинного складу земної кори, рухів земної кори, співвідношення суші і моря). Тому теоретичну основу фізико-географічного районування складають закономірності територіальної фізико-географічної диференціації. Одночасно в географічній оболонці безперервно діють процеси інтеграції, що зв'язують (за допомогою циркуляції повітряних мас, стоку, переміщення по схилу твердого матеріалу, міграцій рос-

лин і тварин) різномірні ділянки земної поверхні у складні територіальні системи. Найбільш тісні і різносторонні зв'язки спостерігаються між суміжними ділянками поверхні (між схилами і підніжжями гір, водоймищами і їх водозборами і т. п.). У міру збільшення розмірів і складності території і залежно від особливостей розташування її окремих частин стосовно пануючих повітряних мас, орографічних бар'єрів і т.п. «тіснота» географічних зв'язків, як правило, слабшає, і ступінь просторової однорідності зменшується. Це викликає необхідність розрізняти фізико-географічні регіони різного рангу і користуватися багатоступінчастою системою фізико-географічного районування.

За зональними ознаками послідовно виділяються пояси фізико-географічні, зони фізико-географічні і підзони фізико-географічні, по азональних - фізико-географічні країни і фізико-географічні області. Через неоднаковий ступінь дії океанів на природу материків у межах останніх виділяються фізико-географічні сектори (океанічні, перехідні від океанічних до континентальних, континентальні, різко континентальні). Між зональними і азональними одиницями районування існують складні співвідношення. Природа кожної зони набуває своєрідних рис у різних фізико-географічних країнах і областях, у зв'язку з чим утворюються похідні регіональні одиниці, що мають одночасно зональний і азональний характер, – зональні відрізки фізико-географічних країн, фізико-географічні провінції. Завершуючим ступенем районування у багатьох схемах фізико-географічного районування служить фізико-географічний район, який відповідає умові однорідності як в зональному, так і в азональному відношенні. На практиці в регіональних фізико-географічних характеристиках, що містять схеми районування, як правило, застосовуються системи одиниць районування, при яких по черзі використовуються зональні і азональні ознаки (наприклад, країна - зона - область - провінція - район).

При фізико-географічному районуванні гірських територій роль найважливішого критерію набуває структура ви-

сотної поясності: різним гірським провінціям і районам властиві специфічні ряди (спектри) висотних поясів, залежні від широтно-зонального і довготного положення того або іншого гірського підняття, його абсолютної висоти, орієнтування хребтів і експозиції схилів.

Виділення одиниць фізико-географічного районування різного рангу, що супроводжується складанням їх текстових характеристик, здійснюється як «зверху», так і «знизу», що є віддзеркаленням єдності процесів фізико-географічної диференціації і інтеграції. Шляхом аналізу провідних (зональних і азональних) чинників регіональної фізико-географічної диференціації з використанням різноманітних картографічних матеріалів і літературних джерел намічається принципова схема послідовного розділення території «зверху донизу», тобто від вищих ступенів фізико-географічного районування до нижчих. Потім ця схема уточнюється і деталізується від «знизу доверху», тобто шляхом послідовної інтеграції простих природних комплексів у складніші (урочищ – в ландшафти, ландшафтів – у провінції і т. д.). Використання ландшафтних карт дозволяє визначити розміщення природних комплексів різного рангу і співвідношення між ними.

Будучи важливою основою для всебічного комплексного обліку і оцінки природних умов і ресурсів, фізико-географічне районування використовується в різноманітних практичних цілях (сільському господарстві, інженерно-будівельних, транспортних, медичних, рекреаційних та ін.), а також при районних плануваннях. Практичне призначення того або іншого фізико-географічного районування визначає його детальність, а також цілеспрямованість характеристик окремих регіонів з акцентом на ті показники природного середовища, які важливі для вирішення даного завдання.

4.2 Принципи загальнонаукової класифікації

Класифікації можуть бути побудовані за різними принципами: морфологічним, генетичним, історичним, кількісним та ін. Виділяють три основні принципи (підходи) загальнонаукової класифікації ландшафтів: історичний,

генетичний і структурний, об'єднуючи їх спільною назвою – структурно-генетичний. Усі вони тісно пов'язані між собою. Структура свідчить про історію (вік), генезис ландшафту і, навпаки, від останніх залежить його будова. Основним показником класифікації ландшафтів при структурному підході є домінуючі урочища й місцевості (їх процентні співвідношення). Ознаки внутрішньої структури покладені в основу виділення низьких таксонів ландшафту – видів, підвидів. Іншого підходу при класифікації антропогенних ландшафтів дотримується Ф.М.Мільков. Він антропогенні ландшафти поділяє на класи, підкласи, типи, види. Приклади класів: сільськогосподарські, промислові, транспортні, селітебні (населених пунктів). Л.І. Ісаченко не погоджується з припципами, за якими виділяються і класифікуються антропогенні ландшафти. На його думку, те, що називається антропогенним ландшафтом, є лише різними проявами людської діяльності (типи використання земель – поля, пасовища, сади і т. ін.), антропогенні ландшафти, в такому випадку відірвані від природної основи (більш детально про антропогенні ландшафти див. розд.10)

Ознак, які враховують при виділенні класифікаційних одиниць, може бути багато. В інших науках їх використовують теж чимало. Через це необхідне ранжирування ознак, тобто їх розміщення за значущістю. На більш високому рівні використовують найзагальніші ознаки, на нижчих – часткові (додаток Б, табл. Б.1).

4.3 Типологічна класифікація

Щодо класифікаційних категорій слід зазначити, що ще не всі вони є загальноприйнятими. Деякі з них уже стали стійкими (наприклад, тип, клас, вид), інші ще дискусійні. Більш раціональною слід вважати систему класифікації рівнинних ландшафтів за В.А. Ніколаєвим. У табл. Б.1 (додаток Б) наводяться типологічні одиниці (таксони), головні ознаки їх виділення і приклади.

Питання диференціації і класифікації гірських ландшафтів розглядаються у працях А.Г. Ісаченка ,

Г.П. Міллера, М.М.Рибіна та ін. М.М. Рибін виділяє типи гірських ландшафтів (гірсько-лісовий, гірсько-лучний та ін.) у відповідності до висотної поясності гір (і за аналогією до широтних зон рівнин).

У межах території України розрізняють два класи ландшафтів – рівнинний та гірський – і три типи рівнинних ландшафтів відповідно до трьох природних зон: мішаних (хвойношироколистяних) лісів; 2) лісостеповий; 3) степовий. Лісостеповий тип рівнинних ландшафтів поділяють на підтипи: широколистяно-лісовий (північно-лісостепова підзона); власне лісостеповий (середньо-лісостепова підзона); лучно-лісостеповий (південно-лісостепова); а степовий тип – на північно-степовий, середньостеповий і південно-степовий підтипи.

Гірський клас ландшафтів України (карпатські і кримські) поділяють на два типи: гірсько-лісовий і гірсько-лучний (субальпійський). Гірсько-лісовий тип, у свою чергу, поділяють на підтипи: лучно-лісовий, широколистяно-лісовий, мішано-лісовий, лісостеповий посушливий (Крим).

4.4 Регіональна класифікація

Регіональна класифікація ландшафтів полягає у виділенні і систематизації індивідуальних територіальних одиниць різних рангів.

В основу регіональної класифікації (районування) покладено зональний і азонльний принципи. Відповідно виділяють два ряди ландшафтних регіонів – зональний (ландшафтна зона, підзона) і азонльний (ландшафтна країна, провінція, область, район). Головні критерії виділення регіональних одиниць та їх співвідношення з типологічними одиницями показано в таблиці Б.2 (додаток Б).

Прикладом ландшафтної країни є Східно-Європейська рівнина, ландшафтної зони – Український лісостеп, провінції – Дніпровсько-Дністровська та ін.

4.5 Фізико-географічне районування України

Виділяють такі одиниці фізико-географічного районування України: країна, зона, підзона, провінція, область (додаток Б, табл. Б.3).

Фізико-географічна країна – це великі частини суходолу, що займають сотні тисяч і навіть мільйони квадратних кілометрів, їх утворення і розвиток пов'язані з великими тектонічними структурами (платформи, складчасті області). Розрізняють рівнинні і гірські фізико-географічні країни, які характеризуються властивими їм системами ландшафтної зональності. Рівнинна територія України належить до країни, що розташована у межах давньої докембрійської платформи, фундамент якої перекритий товщею мезозойських і кайнозойських відкладів, їх горизонтальне залягання і зумовлює рівнинність поверхні України. Ландшафтні зони на рівнинній частині території України змінюються з півночі на південь.

Українські Карпати і Кримські гори є складчастими спорудами, що сформувалися у результаті альпійського гороутворення. Для цих фізико-географічних країн характерна вертикальна зміна ландшафтних поясів, оскільки з підняттям угору змінюються умови ландшафтоутворення, розвиток фізико-географічних процесів. Українські Карпати і Кримські гори – фізико-географічні країни, що чітко відмежовуються від рівнинної частини.

Фізико-географічна зона – це частина природної країни. На рівнинних територіях зони зберігають широтне або близьке до нього простягання. Природні умови кожної фізико-географічної зони мають свої, що залежать від широти місця, співвідношення тепла і вологи, характер циркуляції атмосфери. Внаслідок цього у межах зони існують типові для неї гідрологічні і теплові умови, що є вирішальним чинником формування зональних типів ґрунтів, рослинності і тваринного світу. Основною ознакою фізико-географічної зони є переважання в її межах певного зонального типу ландшафтів. У межах рівнинної частини України виділяють зону мішаних хвойно-широколистих лісів, лісостепову і степову зони. Природні умови цих зон значною мірою змінені господарською

діяльністю, зокрема землеробством. Тому їх межі можна простежити за поширенням зональних типів сучасних ґрунтів та відновлюваного рослинного покриву.

У межах природних зон виділяють підзони. Фізико-географічна підзона – частина зони, що виділяється в її межах за умовами зволоження. Підзони, як і зони, мають горизонтальне простягання. В різних зонах підзональні особливості виражені неоднаково. Нечіткість меж підзон пов'язана зі складом антропогенних відкладів та особливостями рельєфу, що поряд з відмінностями кліматичних і гідрологічних умов у межах зони зумовлює неоднорідність ландшафтів. Саме їх просторове поєднання утворює, власне, природну підзону. На рівнинній частині України підзональні фізико-географічні одиниці виділяються не в усіх зонах. У зоні мішаних хвойно-широколистих лісів та в лісостепу підзон немає. Степова зона України залежно від умов зволоження, теплозабезпечення, характеру ґрунтового-рослинного покриву, фізико-географічних процесів окремих її частин поділяється на північностепову, середньостепову і південностепову підзони.

Фізико-географічна провінція – частина зони або підзони в рівнинній чи гірській країні. Виділяється у зв'язку з неоднорідністю поверхні зони, віддаленістю окремих її частин від океану, різним характером впливу на неї повітряних мас, ступенем континентальності клімату. Під час виділення провінцій як одиниць фізико-географічного районування враховують також історію розвитку території в антропогені (вплив материкових зледенінь, наступ морів, новітні тектонічні рухи). Так, характерні ландшафтні риси Українського Полісся зумовлені дніпровським зледенінням, походженням і складом гірських порід.

Фізико-географічні відмінності провінцій лісостепової і степової зон України найбільш чітко представлені у межах височин та низовин (Придніпровська, Причорноморська, Північнокримська та ін.).

Фізико-географічна область – складова частина фізико-географічної провінції. Під час визначення меж областей враховують їх віднесення до тектонічних структур, положення над рівнем моря, ступінь розчленування поверхні, склад гірських порід, поширення певних фізико-географічних процесів.

Отже, майже вся територія України знаходиться в межах помірного поясу, і тільки на Південному березі Кримських гір ландшафти мають риси субтропічних. Україна розташована в межах трьох фізико-географічних країн: Східно-Європейської рівнини, Українських Карпат і Кримських гір.

Рівнинна територія України – це частина Східно-Європейської фізико-географічної країни з чітко вираженою широтною зональністю. Тут виділяють три природні зони: мішаних хвойно-широколистих лісів, лісостепову та степову (додаток А, рис.А.6).

Зона мішаних хвойно-широколистих лісів

Зона займає північну частину України. Вона є частиною зони мішаних лісів Східно-Європейської рівнини, в межах якої виділяється Поліська провінція, що розташована на територіях України, Росії й Білорусі.

Зона мішаних лісів займає близько 20 % території України. Для природних умов зони характерні низовинний рельєф, піщані відклади, густа річкова сітка, широкі річкові долини, достатнє зволоження, високий рівень ґрунтових вод, переважання дерново-підзолистих ґрунтів, значне поширення соснових лісів. Більша частина зони в антропогені під час дніпровського зледеніння була вкрита льодовиком. У цей час сформувалися зандрові (піщані) рівнини, моренні пасма, еолові форми рельєфу.

У зоні переважають мішано-лісові, хвойно-широколисті ландшафти, які розвинулись в умовах помірно теплового вологого клімату на піщаних відкладах. Для них характерне значне поширення дерново-підзолистих ґрунтів під сосновими та сосново-дубовими лісами, складне переме-

жування льодовикових піщаних рівнин, долинно-терасових, лучних і болотних природних комплексів з меліоративними системами.

Лісистість зони змінюється від 10 до 60%. Тут ростуть сосна, береза, дуб, граб, липа, клен.

Українське Полісся за особливостями поєднання ландшафтів поділяється на такі фізико-географічні області: Волинське Полісся, Житомирське Полісся, Київське Полісся, Чернігівське Полісся, Новгород-Сіверське Полісся.

Волинське Полісся розташоване в західній частині зони мішаних лісів у межах річки Західного Бугу і Случі. Займає більшу частину Волинської і південно-східну частину Рівненської областей. Воно є найбільш зволеним, залісненим і заболоченим з фізико-географічних областей Українського Полісся.

Житомирське Полісся знаходиться на схід від Волинського. Воно займає більшу частину Житомирської та північно-східну частину Рівненської областей. Серед інших фізико-географічних областей Житомирське Полісся є найменш заболоченим – болота становлять близько 3 % його території.

Київське Полісся знаходиться на схід від Житомирського і охоплює північну частину Київської та східну частину Житомирської областей. У ландшафтній структурі території основними є природні комплекси піщаних та річкових піщаних рівнин, на яких розвинулись дерново-підзолисті ґрунти, соснові та дубово-соснові ліси.

На схід від Київського лежить *Чернігівське Полісся*, що охоплює частину Дніпровсько-Донецької западини. В ландшафтній структурі Чернігівського Полісся головну роль відіграють природні комплекси моренно-піщаних та піщаних рівнин з дерново-підзолистими ґрунтами і боровими лісами.

Новгород-Сіверське Полісся охоплює східну частину Чернігівської і північно-західну частину Сумської областей. У ландшафтній структурі Новгород-Сіверського Полісся переважають природні комплекси моренно-піщаних рівнин з дерново-підзолистими ґрунтами.

Лісостепова зона. Лісостепова зона простягається від Передкарпаття до західних відрогів Середньоросійської височини майже на 1100 км. Вона займає 34 % території України. У лісостеповій зоні перемежуються лісові ландшафти на опідзолених ґрунтах з лучно-степовими на типових чорноземах. Найбільше поширення мають широколисто-лісові ландшафти, які в минулому займали великі площі на височинах. Різноманітність ландшафтів залежить від контрастів рельєфу, складу покривних порід, історії розвитку території. Тут знаходяться Волинська, Подільська та Придніпровська височини, Придніпровська низовина, західні відроги Середньоросійської височини.

Поширеними ґрунтами в Лісостепу є мало- і середньогумусні типові чорноземи, опідзолені чорноземи і темно-сірі ґрунти, сірі та ясно-сірі лісові ґрунти. На терасах Дніпра трапляються солонцюваті ґрунти, солонці та солончаки, в річкових долинах – лучні, дернові та болотні ґрунти.

Природна рослинність представлена залишками остепнених луків і степів, дубових і дубово-грабових масивів, а на Лівобережжі – дубово-кленових лісів. Первісних степів і лісів збереглося мало. Сучасна середня лісистість становить 12,5 %.

Розораність лісостепової зони становить 75-85 %. У фауні представлені як лісові, так і степові види тварин.

В умовах оптимального співвідношення тепла і вологи в лісостепу сформувались різні типи ландшафтів: 1) широколисто-лісові з сірими і темно-сірими лісовими ґрунтами; 2) лісостепові з опідзоленими чорноземами; 3) лукоstepові з типовими чорноземами, лучно-чорноземними ґрунтами, суцільно перетвореними в сільськогосподарські угіддя.

За особливостями поширення ландшафтів лісостепова зона України поділяється на чотири провінції: Західноукраїнську, Дністровсько-Дніпровську, Лівобережно-Дніпровську, Середньоросійську.

Західноукраїнська лісостепова провінція займає західну частину лісостепової зони. Охоплює Волинську, значну

частину Подільської височини, Мале Полісся, частину Розточчя, Опілля і Хотинську височину. Мале Полісся — територія, що розташована між Волинською і Подільською височинами; Розточчя – горбисте пасмо на кордоні нашої країни з Польщею; Опілля – територія західної частини Подільської височини (опіллями з часів Київської Русі називають безлісі або малолісисті території з родючими ґрунтами у межах лісової зони).

Західноукраїнська лісостепова провінція розташована в Тернопільській, Львівській, Волинській, Рівненській областях.

За особливостями поширення сучасних ландшафтів Західноукраїнська провінція поділяється на такі фізико-географічні області: Волинську височинну, Мале Полісся, Ростоцько-Опільську горбогірну, Західноподільську височинну, Середньоподільську височинну, Прут-Дністровську височинну.

Для *Волинської височинної області* характерне переважання опільських рівнинно-горбистих ландшафтів, для *Малого Полісся* – лісостепових природних комплексів. Ще донедавна Мале Полісся відносили до зони мішаних хвойно-широколистих лісів.

Ростоцько-Опільська горбогірна область має контрастні ландшафти: розчленовані лісостепові, лісові горбогірні, поліські мішано-лісові.

Західноподільська височинна область характеризується поширенням вододільних, останцево-горбистих і яружно-балкових ландшафтів.

Середньоподільська височинна область виділяється горбогірними ландшафтами, вододільними рівнинними, хвилястими, яружно-балковими природними комплексами.

Для *Прут-Дністровської височинної області* властиві складні поєднання рівнинно-хвилястих і горбисто-пасмових ландшафтів з переважно яружно-балковими природними комплексами, поширенням дубово-букових лісів, розвиток карстових процесів.

На схід від Західноукраїнської знаходиться *Дністровсько-Дніпровська лісостепова провінція*. Розташована в межах Київської, Житомирської, Черкаської, Вінницької, Кіровоградської, Хмельницької і Одеської областей. Переважаючим типом природної рослинності є широколисті дубові ліси з домішками граба, клена, липи та ін. За поширенням сучасних ландшафтів Дністровсько-Дніпровська лісостепова провінція поділяється на такі фізико-географічні області: Північнопридніпровську, Київську підвищену, Придністровськосхідноподільську, Середньобузьку, Центральнопридніпровську, Південноподільську височинну, Південнопридніпровську височинну.

Північнопридніпровська і Київська підвищена області лежать на півночі провінції. Для них характерні ландшафти лесових рівнин з типовими і опідзоленими чорноземами, сірими лісовими ґрунтами, островними дубовими і грабово-дубовими лісами.

Придністровськосхідноподільська, Середньобузька, Центральнопридніпровська височинні області займають середню, найбільш підвищену частину провінції, де значні площі в минулому були зайняті широколисто-лісовими ландшафтами.

Південноподільська і Південнопридніпровська височинні області – це південна частина провінції. Тут переважають південнолісостепові ландшафти з типовими чорноземами, мало- і середньогумусними ґрунтами. Поширені чорноземні та лучно-чорноземні ґрунти. В рослинному покриві переважають сосново-дубові і дубові ліси, в долинах річок – лучна і болотна рослинність.

У межах Лівобережно-Дніпровської провінції виділяють такі фізико-географічні області: Північнопридніпровську, Південнопридніпровську, Північнополтавську, Східнополтавську.

Північнопридніпровська і Південнопридніпровська області займають терасову низовинну рівнину сходу провінції, де переважають лучно-степові ландшафти.

Для *Північнополтавської* і *Східнополтавської височинних* областей характерні малорозчленовані лучностепові межиріччя з чорноземами мало- і середньогумусними, яружно-балкові і заплавні місцевості, западини з болотами і солончаками.

Середньоросійська лісостепова провінція займає крайню східну частину лісостепової зони України, охоплюючи відроги Середньоросійської височини.

У межах Середньоросійської провінції виділяють дві фізико-географічні області: *Сумську* і *Харківську схилово-височинні*. У них переважають пологово-хвилясті розчленовані лісостепові межиріччя і схили з чорноземами типовими малогумусними на півночі і середньогумусними на півдні, масивами дубових і дубово-липових лісів, різноманітними проявами ерозії.

Степова зона

Степова зона лежить на південь від лісостепу і простягається до Азово-Чорноморського узбережжя і Кримських гір. Вона простягається із заходу на схід на 1075 км, з півночі на південь – на 500 км. Степ займає 40 % території України. На природних особливостях степової зони позначилося її положення на півдні Східно-Європейської рівнини, де степові ландшафти сформувалися в умовах неоднакової поверхні: південних схилів Придніпровської та Подільської височин, Причорноморської низовини, Донецької і Приазовської височин, Північнокримської рівнини.

Природна рослинність зони переважно трав'яниста, збереглася головним чином на схилах долин та балок, а також у заповідниках (Український степовий, Асканія-Нова, Луганський). Деревна рослинність поряд із трав'янистою збереглася у Чорноморському біосферному заповіднику та в заповіднику Дунайські Плавні. Пересічна залісненість зони становить 3 %.

За поширенням ландшафтів, умовами зволоження і тепловими ресурсами, характером ґрунтового покриву і природної рослинності, особливостями природокористування

степова зона поділяється на три фізико-географічні підзони: північно-, середньо- та південностепову, або сухостепову.

Північностепова підзона лежить у межах Одеської, Миколаївської, Кіровоградської, Дніпропетровської, Донецької, Луганської і Запорізької областей. Підзона охоплює різнотравно-ковилові і лучні степи на чорноземах звичайних, що майже скрізь розорані. Підзона охоплює схили Центрально-молдавської, Подільської та Придніпровської височин, окремі частини Причорноморської і Придніпровської низовин, Донецьку і Приазовську височини. У північностеповій підзоні виділяють чотири фізико-географічні провінції: Дністровсько-Дніпровську, Лівобережно-Дніпровсько-Приазовську, Донецьку, Донецько-Донську.

Дністровсько-Дніпровська північностепова провінція знаходиться у північно-західній частині підзони. У її межах виділяють *Південномолдавську, Південноподільську і Південнопридніпровську області*, відмінності в ландшафтній структурі яких пов'язані з ерозійним розчленуванням поверхні, розвитком зсувних процесів тощо.

Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська північностепова провінція поділяється на три фізико-географічні області: *Орельсько-Самарську, Кінсько-Клинську низовинні, Приазовську височинну і Приазовську низовинну*, що відрізняються здебільшого своїми орографічними особливостями.

Для *Донецької північностепової провінції* характерне переважання вододільних степових місцевостей з чорноземами щебенуватими і долинно-балковими місцевостями.

У межах цієї провінції виділяють *Західнодонецьку схилово-височинну область* з межирічними, долинно-балковими, терасовими і заплавними місцевостями, *Донецьку височинну область* з перехідними від північностепових до лісостепових ландшафтами.

Донецько-Донська північностепова провінція охоплює південні відроги Середньоросійської височини. Вона представлена у межах України *Старобільською схилово-височинною областю*, ландшафтну структуру якої утворюють

місцевості розчленованих схилів, терасові малорозчленовані яружно-балкові і заплавні.

Середньостепова підзона займає частини Одеської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької і Дніпропетровської областей. У цій підзоні виділяють *Причорноморську середньостепову провінцію*, що простягається від Дунаю до Приазовської височини. У її межах виділяють: *Задністрівсько-Причорноморську низовинну область*, *Дністрівсько-Бузьку низовинну область*, *Бузько-Дніпровську низовинну область*, *Дніпровсько-Молочанську низовинну область*, *Західно-Приазовську схилово-височинну область*.

Південностепова, або сухостепова підзона охоплює південь Причорноморської низовини, Присивашся, Північнокримську рівнину. Тут переважають сухостепові ландшафти з типчаково-ковилевими і полиново-злаковими степами на темно-каштанових солонцюватих ґрунтах, є солонці і солончаки. У межах підзони виділяють Причорноморсько-Приазовську сухостепову та Кримську степову провінції.

Причорноморсько-Приазовська сухостепова провінція лежить на території Херсонської, Миколаївської і Запорізької областей. Це рівнина, висота якої не перевищує 50 м. У провінції виділяють *Нижньобузько-Дніпровську низовинну*, *Нижньодніпровську терасово-дельтову низовинну* та *Присивасько-Приазовську низовинну області*.

Нижньобузько-Дніпровська низовинна область лежить в західній частині провінції. В її ландшафті трапляються місцевості лесових рівнин із западинами і подами, терасових рівнин, еродованих схилів, зсувних утворень.

Нижньодніпровська терасово-дельтова низовинна область знаходиться в пониззі Дніпра в межах Херсонської і Миколаївської областей. Для цієї області характерні степові піщано-горбисті і рівнинно-подові місцевості з темно-каштановими і каштановими ґрунтами, солонцями і солончакуватими лучно-каштановими ґрунтами подів, степами, степовими борами, болотами, плавнями.

Присивасько-Приазовська низовинна область розташована на сході підзони. Ландшафтну структуру її складають переважно рівнинно-подові місцевості з чорноземами південними солонцюватими і каштановими ґрунтами.

Кримська степова провінція охоплює Північнокримську рівнину. У межах Кримської степової провінції виділяють Присивасько-Кримську низовинну, Тарханкутську, Центральнокримську височинні і Керченську горбистопасмову області.

Присивасько-Кримська низовинна область займає північну частину рівнинного Криму.

Тарханкутська височинна область розташована на однойменному півострові.

У ландшафтній структурі *Центральнокримської височинної області* переважають місцевості привододільних рівнин з чорноземами.

У ландшафтній структурі *Керченської горбистопасмової області* поєднуються пасмово-платоподібні, грязево-вулканічні, улоговинні, балкові, лучно-солянкові і напівпустельні, прибережні, піщано-степові і солонцеві місцевості.

Українські Карпати

Українські Карпати є фізико-географічною провінцією величезної *Карпатської гірської країни*. Це середньовисотні гори, їх витягнуті з північного заходу на південний схід паралельні гірські хребти мають асиметричну будову. Вони утворені глинистими сланцями, алевритами, вапняками, пісковиками крейдового та палеогенового періодів. Сланці легко піддаються руйнуванню, тому гірські хребти здебільшого мають пологі схили, зручні перевали. На найвищих гірських масивах (Чорногора, Полонинський хребет, Рахівські гори, Чивчини) трапляються давньольодовикові форми.

В Українських Карпатах немає льодовиків і постійної снігової лінії. Однак на окремих невеликих ділянках найвищих вершин сніг лежить до середини літа.

На кліматичні умови Українських Карпат впливають висота та орієнтація схилів гірських хребтів, зміни температури і кількості опадів з висотою.

В Українських Карпатах спостерігається вертикальна пояси́сть природних компонентів і ландшафтів. До 400-700 м розвинутий передгірний пояс з дубово-грабовими і дубовими лісами.

Низькогірний пояс піднімається від 700 до 1200 м. Там ростуть високостовбурні букові, мішані буково-смерекові, ялиново-смерекові ліси. Середньогірний пояс досягає 1200-1500 м, у якому переважають ялинові і ялиново-ялицеві ліси. Вище, у субальпійському поясі (1500-1800 м), ростуть чагарники з гірської сосни, чорної вільхи, ялівцю, схили вкриті гірськимил уками. Гірські хребти Українських Карпат витягнуті з північного заходу на південний схід, що збігається з простяганням тектонічних структур і відповідних їм орографічних елементів.

У межах *провінції Українських Карпат* виділяються сім фізико-географічних областей: Передкарпатська височинна, Зовнішньокарпатська, Вододільно-Верховинська, Полонинсько-Чорногорська, Рахівсько-Чивчинська, Вулканічно-Карпатська, Закарпатська низовинна лісолучна.

Передкарпатська височинна область знаходиться в межах Львівської, Івано-Франківської і Чернівецької областей. Простягається вздовж Зовнішніх Карпат з північного заходу на південний схід. Це височина з висотами від 200 до 700 м. В Передкарпатській височинній області поширені передгірні, горбисті, терасово-рівнинні ландшафти з дубовими і грабово-дубовими лісами на дерново-підзолистих, поверхнево оглеєних і лучних ґрунтах. Великі площі зайняті сільськогосподарськими угіддями.

Зовнішньокарпатська фізико-географічна область простягається смугою 260-280 км з північного заходу на південний схід. Знаходиться у межах Львівської, Івано-Франківської і Чернівецької областей. До неї входять Східні Бескиди, Горгани, Покутсько-Буковинські Карпати. Це сере-

дньо- і низькогірні хребти з висотами 800-1000 м. У межах Зовнішньокарпатської області поширені середньо-, низькогірні, улоговинні ландшафти з ялиново-буковими, ялиново-широколистими лісами.

Вододільно-Верховинська фізико-географічна область знаходиться в межах Львівської, Івано-Франківської і Закарпатської областей. У ландшафтній структурі Вододільно-Верховинської області переважають низькогірні схилі і міжгірно-улоговинні ландшафти.

Полонино-Чорногірська область – найвища частина Українських Карпат з добре вираженою висотною поясністю ландшафтів.

Рахівсько-Чивчинська фізико-географічна область знаходиться в східній частині Закарпаття.

Вулканічно-Карпатська область (Вулканічні Карпати) знаходиться в межах Закарпатської області.

У межах *Закарпатської низовинної лісолучної області* переважають ландшафти низовинних рівнин з дерновими опідзоленими глейовими, лучно-болотними та болотними ґрунтами з дубовими і вільховими лісами, луками.

Кримські гори

Кримські гори простягаються із заходу на схід на 180 км, завширшки 50-60 км. Схили гір асиметричні: північні довгі і пологі, південні – круті, з чим пов'язана неоднорідність їх ландшафтно-висотної поясності. В рельєфі чітко виділяються три майже паралельних пасма: Головне (найвище), Внутрішнє і Зовнішнє. В своїй основі гори складаються з тріасових і юрських порід: сланців, пісковиків, вапняків. Головне пасмо утворене масивними вапняками юрського періоду. Тектонічними рухами, річищами річок воно розбите на окремі гірські масиви: Ай-Петрі, Ялтинську яйлу, Бабуган-яйлу, Чатирдаг, Демерджі, Карабі-яйлу, що підносяться над Південним берегом Криму на 800 м.

У формуванні рельєфу Кримських гір основна роль належить тектонічним та денудаційним процесам.

У Кримських горах розвинулись середньо- і низькогірні, пасмово-улоговинні широколисто-лісові, мішано-лісові, передгірні лісостепові, гірські лучні, прибережно-схиліві, субтропічні середземноморські ландшафти.

Кримські гори поділяються на три фізико-географічні області: Кримську передгірну лісостепову, Головне гірсько-лучно-лісове пасмо і Кримську південнобережну субсередземноморську.

Кримська передгірна лісостепова область охоплює Зовнішнє і Внутрішнє пасма, де переважають лісостепові ландшафти: дубові ліси на дерново-карбонатних ґрунтах, що чергуються з лучними степами на чорноземах.

Область Головного гірсько-лучно-лісового пасма досить різноманітна щодо ландшафту. На північному схилі до 750-800 м поширені горбисто-улоговинні низькогір'я з бурими гірськими ґрунтами під дубовими лісами. Вище цього поясу тягнуться глибоко розчленовані середньогір'я під буково-грабовими і буково-сосновими лісами на бурих гірсько-лісових і дерново-буроземних ґрунтах. Вище 1000 м на межі з яйлинським поясом високостовбурні букові ліси змінюються приземистим буковим криволіссям.

Верхній ландшафтний пояс Головного пасма утворюють середньогір'я під гірсько-лучними степами (яйли) на гірсько-лучних чорноземновидних ґрунтах і гірських чорноземах. Тут поширені різноманітні карстові форми рельєфу. На північному схилі Головного пасма утворились глибокі ущелини – каньйони. Найбільший з них – Великий каньйон – унікальний витвір природи.

На сухих південних схилах Головного пасма та кам'янистих урвищах поширені напівчагарники. В карстових лійках і улоговинах росте бук, на скелястих кручах трапляється тис ягідний.

На південному схилі Кримських гір широколисто-лісові ландшафти утворюють низькогірний ярус з дуба пухнастого і скельного – на бурих гірських лісових ґрунтах і

прияйлинський середньогірний ярус з бука і дуба – на бурих гірських лісових ґрунтах.

Вулканічні ландшафти типові на масиві Карадаг. Тут поширені рідкостійні посухостійкі ліси та чагарники на коричневих ґрунтах.

Кримська південнобережна субсередземноморська область охоплює прибережну смугу від мису Айя на заході до Планерського на сході, її територія утворена верхньотріасовими, юрськими сланцями і вапняками. Положення на окраїні субтропічного поясу, південна експозиція приморських схилів сприяли розвитку ландшафтів середземноморського типу.

Природна рослинність Південного берега Криму представлена низькорослими лісами, заростями чагарників і напівчагарників, сухостійких трав.

4.6 Фізико-географічне районування Сумської області

Історія фізико-географічного районування Сумщини налічує більше ста років. У 80-ті роки XIX ст. комплексні експедиційні дослідження природи південно-західних районів Сумщини (Роменський повіт) очолював В.В.Докучаєв. Разом з чудовою плеядою своїх учнів – Г.М.Висоцьким, С.С.Неустрєвим, К.Д.Глінкою, А.М.Красновим – були детально вивчені і закартовані основні компоненти ландшафтів Українського лісостепу. Експедицією були виділені провінційні особливості чорноземної зони. Багатотомні звіти «Полтавських» та інших земських експедицій допомогли учневі Докучаєва Г.І.Танфільєву в 1897 р. скласти одне з перших фізико-географічних районувань Європейської Росії, до складу якої органічно входила сучасна Сумська область. Надалі ідеї і праці В.В.Докучаєва були використані при фізико-географічному районуванні Європейської Росії П.І.Броуновим (1904), О.О.Крубером (1907), П.П.Семеновим-Тянь-Шанським (1915) і Л.С.Бергом (1913).

За радянських часів з'явилася можливість у географів Харківського і Київського університетів детально на ланд-

шафтній основі почати вивчення природи Сумщини і виконати фізико-географічне районування її території. Значний внесок зробили експедиції Харківського університету ім. О.М.Горького. У результаті цих досліджень з'явилися серії статей щодо фізико-географічного районування Сумщини. Співробітники академічних установ Києва і університету опублікували фундаментальну монографію щодо фізико-географічного районування України; на території Сумської області було виділено ряд ландшафтних областей і районів. Пізніше О.М.Мариничем, і П.Г.Шищенко (1978,1982) представлено ландшафтне районування області в «Атласі природних умов і ресурсів УРСР» і монографії «Фізична географія Української РСР».

Питаннями фізико-географічного районування Сумської області займався професор Сумського державного педагогічного університету Б.М.Нешатаєв.

При фізико-географічному районуванні Сумської області була прийнята дворядна зонально-азональна система таксономічних одиниць (країна, зона, провінція, округ, ландшафтний район).

Найбільш крупною таксономічною одиницею районування Сумської області є фізико-географічна країна. Сумська область входить до складу Східно-Європейської рівнинної країни. Наступною крупною таксономічною одиницею є фізико-географічна зона. На території області виділяються дві зони – мішаних лісів і лісостепова. У межах ландшафтних зон виділяють провінції, де особливості кліматичних і геолого-геоморфологічних умов накладають помітний відбиток на характер ґрунтів, рослинності та інших компонентів ландшафту. На території Сумської області виділяють три провінції: Поліську (А), Лівобережно-Дніпровську низовинну лісостепову (Б), Середньоросійську піднесену лісостепову (В). У межах провінцій виділяють ландшафтні округи. У Поліській провінції виділяється Кролевецько-Шосткинський хвилясто-рівнинний моренно-зандровий округ (І); Лівобережно-Дніпровська провінція – Роменсько-Конотопській розчлено-

ваний рівнинно-терасовий лесовий округ (II) і Ворсклинський розчленований лесовий округ (III); Середньоросійська провінція - Сумсько-Глухівський піднесений лесовий округ (IV) (додаток А, рис.А.7). Найменшою таксономічною регіональною одиницею є ландшафтний район. Він виділяється як генетична частина округу у зв'язку з локальними змінами клімату і рельєфу і, як наслідок, своєрідною ландшафтною морфологічною структурою.

А. Поліська провінція зони мішаних лісів

1. Крелевецько-Шосткинський хвилясто-рівнинний моренно-зандровий округ.

На півночі і північному сході округ межує з аналогічними ландшафтними комплексами Брянської області, західна межа проходить по правому березі р. Десни. Південна і південно-східна збігаються з ландшафтною межею зони лісостепу. Ця межа збігається з пануванням на північ від неї дерново-підзолистих ґрунтів легкого механічного складу і дубово-соснових лісів.

У тектоструктурному відношенні округ займає південно-західний борт Воронезького масиву, що в даний час характеризується повільним опусканням. Корінні породи представлені крейдяною системою мезозою. У південній частині округу уклинюються більш молоді палеогенові товщі еоцену. Четвертинні відкладення представлені водно-льодовиковими зандровими відкладеннями і розмитими моренними накопиченнями дніпровського гляціалу. По долинах річок (Зноб, Свига, Івотка, Шостка, Есмань) розвинені низинні торф'яники.

У цілому рельєф рівнинний, висоти зростають у напрямку до відрогів Середньоросійського підвищення (південь і схід). Це на більшій частині площі типова льодовикова і водно-льодовикова моренно-зандрова рівнина. Типові зандри добре виражені на півночі (можливо, це флювіогляціальні відкладення московського зледеніння) і на півдні на Сеймсько-Деснянському межиріччі (відкладення дніпровського гляціалу).

Клімат округу типовий помірно- континентальний.

У ґрунтовому покриві округу домінують підзолисті дернові ґрунти легкого механічного складу і різного ступеня оглеювання. По долинах річок представлені болотні ґрунти і низинні торф'яники. На південному сході (межиріччя Шостки, Есмані і Реті) спостерігається дефляція піщаних ґрунтів.

У рослинному покриві панують дубово-соснові і липово-дубово-соснові ліси. Значні площі представлені агрофітоценозами на місці колишніх лісів. Великі масиви в заплавах річок займають луки і низинні болота.

1. Зноб-Новгородський моренно-зандровий і слабодренований ландшафтний район з дубово-сосновими лісами на дерново-слабо- і середньопідзолистих оглеєних легкого механічного складу ґрунтах.

Даний район є продовженням аналогічного ландшафтного комплексу в Брянській області. Його південна межа майже збігається з адміністративною межею Середино-Будського району. В основу його виділення були покладені палеогеографічні особливості, значне поширення крейдових відкладень, досить висока заболоченість території і своєрідний ґрунтово-рослинний комплекс, властивий типовим поліським ландшафтам. Полісся – це низовинна, складена флювіогляціальними і древньоалювіальними пісками рівнина, із значним поширенням соснових борів, лугів і низинних боліт.

Полісся в основному стосується тектонічних опускань. Даний район характеризується зануренням кристалічного фундаменту із швидкістю більше 2 мм за рік. Значну роль у формуванні геокомплексів зіграли талі води і флювіогляціальні відкладення московського льодовика, що перекрили в багатьох місцях відкладення дніпровського гляціалу.

Корінні породи представлені крейдовими відкладеннями – темно-сірі мергелі, вапняк і біла крейда. Корінні відкладення виходять іноді на поверхню і активно беруть участь в рельєфоутворенні – прихований карст, осідання на поверхні. Четвертинні відкладення представлені мореною, яка залягає на корінних породах і дуже рідко виходить на поверхню.

Зверху домінують водно-льодовикові відкладення.

Поверхня району в цілому спокійна, рівна, поступово підвищується на схід, де іноді зустрічаються незначні за площею ділянки, підняті на декілька десятків метрів. Це денудаційні останцеві підвищення, де крейдяні породи дуже близько підходять до поверхні (район С.-Буди). У середній течії р. Зноб добре представлена зандрова рівнина з дюнным мезорельєфом. На плакорних ділянках досить часто зустрічаються блюдця просідання карстового генезису. Це овальні або округлі пониження в діаметрі 30-50 м.

Важливим геоморфологічним компонентом ландшафту є долина р. Десни. Вона має заплаву і три надзаплавних тераси. Заплава шириною до 3-4 км з численними старицями. На правобережжі Десни заплава переходить у корінний берег, де ярами розкриваються корінні породи крейдяного віку.

Завдяки великій кількості опадів (550-600 мм), значному модулю стоку (до 4,5 л/с з 1 км²) і геолого-геоморфологічним особливостям району тут добре виражена річкова мережа. Ліві притоки р. Десни – Зноб і Свига – досить повноводні річки з широкою річковою долиною.

Ґрунти досить одноманітні. На плакорах це дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані, а також супіщані оглеєні. На древніх високих терасах Десни панують дерново-середньопідзолисті і суглинисті із слабким оглеєнням ґрунти. На борових терасах Десни і її лівих притоках розвиваються дерново-слабопідзолисті ґрунти.

У рослинному покриві домінують дубово-соснові ліси або чисті соснові насадження. Окремими фрагментами представлені на верхніх терасах Десни вторинні березові ліси. В цілому лісистість району 25-30% від його загальної земельної площі.

2. Шосткинсько-Ямпільський підвищений слабо-розчленований ландшафтний район високого Полісся

До складу району входить Шосткинський адміністративний район, більша частина Кролевецького і Ямпільського районів.

Літологічна будова району дуже строката. Ландшафтоутворююче значення мають корінні породи крейди і палеоген-неогена, які часто виходять на поверхню. З четвертинних відкладень домінують водно-льодовикові зандрові відкладення.

Південно-західна частина району належить до Придеснянської терасної рівнини, а північно-східна частина – до відрогів Середньоросійського підвищення (це геоморфологічні і ландшафтні підрайони). Межею між ними служить висока древньоантропогенова тераса Десни.

Придеснянська рівнина характеризується розвитком терас, пісків алювіального і флювіогляціального генезису і відсутністю мережі ярів та балок. Головною геоморфологічною одиницею району є долина р. Десни.

Середньоросійське підвищення в межах району має досить значну висоту – 200-240 м. Річкові долини розкривають корінні породи крейди і палеоген-неогену, які з поверхні перекриті льодовиковими і водно-льодовиковими відкладеннями, нижче за них залягає дніпровська морена. Зандри – характерна риса рельєфу даного підрайону. Особливо широко піски представлені на терасах борів Івотки, Шостки, де вони сформували комплекс дюн. На плакорах зустрічаються блюдця просідання карстового генезису до 10 м в діаметрі і 1-2 м вглиб.

Гідрокліматичні показники подібні до попереднього ландшафтного району.

Грунтовий покрив досить різноманітний. Домінують дерново-середньопідзолисті супіщані ґрунти на різних стадіях оглеювання. У південно-західних частинах району (басейни річок Івотки і Шостки, Реті і Есмані) розвинені дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти. Окремими плямами на добре дренованих підвищених ділянках на північному сході району при близькому заляганні крейдяних порід представлені світло-сірі ґрунти.

Рослинний покрив району за останні 100-150 років сильно трансформувався у результаті господарської діяльно-

сті (інтенсивне розорювання лісових площ, осушення боліт, створення лісових ползахисних смуг). Корінними насадженнями в районі є дубово-соснові ліси, на місці яких зараз знаходиться рілля. Дубово-соснові формації збереглися уздовж річок Івотки, Шостки, Есмані. Окремими фрагментами на добре дренованих територіях можна зустріти липово-дубово-соснові асоціації типових південнополіських лісів.

Б. Лівобережно-Дніпровська низинна лісостепова провінція.

II. Роменсько-Конотопський розчленований рівнинно-терасний лесовий округ.

Північною межею округу є зона мішаних лісів і ландшафтний округ Середньоросійського підвищення. За межами Сумської області із заходу і півдня округ має продовження в Черкаській і Полтавській областях. Східною його межею є сусідні округи Сумської області – Середньоросійський і Ворсклинський. До складу округу входять адміністративні райони: Конотопський, південна частина Путивльського, Буринський, Білопільський, Недригайлівський, Роменський, Липоводолинський і західна частина Лебединського району.

Більша частина округу в тектонічному відношенні відповідає північно-східному борту Дніпровсько-Донецької западини, а південно-західна частина – центральному грабену, який ускладнений локальними тектонічними структурами позитивного знаку, добре вираженими в рельєфі. У цілому територія округу характеризується невеликим підйомом 2-4 мм за рік. Корінні породи на півночі представлені еоценовими товщами палеогену – зеленувато-сірі піски з лінзами фосфоритів. Велику частину округу складають пліоценові відкладення неогену. Четвертинні накопичення представлені лесом і лесоподібним суглинком на еолово-делювіальних відкладеннях.

Рельєф досить різноманітний від комплексу древніх слабо розчленованих терас на півночі і розчленованих лесових, льодовикових і водно-льодовикових рівнин на решті частини. Типовим для округу є розвиток водно-льодовикових

прохідних долин на межиріччі Сули і Хоролу, а також менших за розмірами численних древніх балок і улоговин стоку, генезис яких також пов'язаний з водами дніпровського льодовика. Широко розвинена мережа ярів. На плакорних міжрічкових рівнинах розвиваються суфозійні процеси.

Клімат округу тепліший і м'якший, ніж у Поліссі.

Гідрографічна мережа в окрузі представлена головними річками Сумщини – Сеймом, Сулою, Пелом і їх притоками.

Грунтовий покрив представлений головним чином чорноземами типовими малогумусними. Тільки по правобережжю річок Сейму і Сули розвинена складна мозаїка ґрунтів: світло-сірі і темно-сірі лісові ґрунти і опідзолені чорноземи. У заплавах річок панують алювіальні ґрунти з різним ступенем оглеєння і засолення.

Природна рослинність – широколистяні ліси і ділянки лугових різнотравних степів майже не збереглися, на їх місці виникли оброблювані сільгоспугіддя. В цілому округ відповідає підзоні північного лісостепу, і його рослинність відповідає загальним зональним типам рослинних угруповань. Ліси збереглися головним чином у межах річкових долин і по балках. У них розвинені дубово-соснові і кленово-липово-дубові ліси. Багато штучних посадок. Невід'ємним компонентом ландшафтів округу є лісові полезахисні смуги.

3. Присеймський терасний слабо розчленований ландшафтний район лесової рівнини.

Даний район займає терасну рівнину р. Сейму і Яготинську моренну терасу Дніпра. На півночі межує із зоною мішаних лісів і округом Середньоросійського підвищення, південна межа проходить по древніх верхніх терасах Сейму через населені пункти: с. Соснівка, с. Дубов'язівка, с. Салтикове, с. Воскресенка, с. Шкуратівка і м. Білопілья.

У літологічній будові району беруть участь в основному палеогенові відкладення канівської і бучакської свити, представлені зеленуватими пісками з пачками фосфоритів. На схід від гирла р. Клевень розвинені крейдяні товщі, які іноді

розкриваються на поверхні долиною р. Сейму. Четвертинні відкладення – древньоалювіальні верхніх надзаплавних терас, лес і лесоподібні суглинки.

Рельєф району пологохвилястий, а місцями абсолютно плоский. Поверхня плато розчленована невеликими балками, ярів дуже мало. Важливою морфоскульптурною одиницею району є долина Сейму, в якій налічується до чотирьох терас. Вище за них розташовані розмиті моренні тераси Дніпра, вони майже злилися з міжрічковими плакорними ділянками.

Значного поширення на лівобережжі Сейму набули типові малогумусні чорноземи, зрідка сірі лісові ґрунти на другій терасі, а на першій надзаплавній терасі бору розвиваються дерново-підзолисті піщані ґрунти. Ґрунти правобережжя строкатіші за своїми видами – від опідзолених чорноземів до серії сірих лісових ґрунтів. У заплаві Сейму домінують алювіально-дернові ґрунти з ознаками содового засолення, а на гривах лугові чорноземи.

Рослинний покрив зазнав великих структурних змін у результаті сильної антропогенної дії. Правобережна частина району має 10-15 % лісистості, а лівобережна тільки 2-5% і ліси мають острівний характер. Краще збереглися водоохоронні ліси уздовж р. Сейму: на терасах борів чисті соснові насадження або дубово-соснові, а на схилах корінних берегів представлені кленово-липово-дубові.

Лугові степи, які колись займали значні площі на лівобережжі, зараз розорані. Подекуди вони збереглися уздовж річки Сейму на крутих обривистих берегах.

4. Сульський підвищено-розчленований ландшафтний район на неогенових відкладеннях з типовими чорноземами і пануванням агрофітоценозів.

До складу ландшафтного району входять Роменський і Недригайлівський адміністративні райони і значні території Конотопського, Буринського і Білопільського районів. Ландшафтний район має продовження в Чернігівській і Полтавській областях.

Корінні породи району представлені пліоценовими

товщами неогену з пісків, пісковиків і глин. Четвертинні лесові відкладення прикривають корінні породи. Іноді в лесових товщах можна зустріти комплекси льодовикових утворень.

У районі велику ландшафтоутворюючу роль відіграють локальні солянокупольні структури, які значно впливають на хід екзогенних процесів і морфологію річкових долин. Локальні тектоструктури підсилюють гравітаційну нестійкість схилів, сприяють підмиву берегів і утворенню ярів.

Рельєф слабохвилястий з великою кількістю древніх прохідних долин, улоговин, балок і сучасних ярів. Важливим і своєрідним компонентом району є долина річки Сули.

У районі типові середньосуглинисті малогумусні чорноземи. По правому березі річки Сули під пологом колишніх широколистяних лісів сформувалися темно-сірі лісові ґрунти і опідзолені чорноземи. Окремими острівцями на плакорах і суфозійних пониженнях розвиваються засолені луго-чорноземні ґрунти. У долині р. Сули представлені торф'яно-болотні ґрунти.

Рослинний світ сильно змінений людиною, на місці широколистяних лісів і різнотравних степів зараз домінують агрофітоценози. Ліси збереглися в долинах річок.

Лугова рослинність добре виражена в заплавах Сули і її головних притоках – Ромен і Терен. Заплавні мезофільні фітоценози значною мірою змінені господарською діяльністю людини.

Степова рослинність збереглася тільки по схилах прирічкових балок і по правому крутому схилу річки Сули.

Природні комплекси району значно змінені людиною, сотні років тому були вирубані широколистяні ліси, розорані степові ділянки. У деяких місцях району (особливо Білопільський, Недригайлівський адміністративні райони) створюється зовнішнє враження «антропогенного степу» – поля, розділені правильними прямокутниками лісових штучних смуг, села поблизу води по долинах річок, балки і повна відсутність природних деревинно-чагарникових формацій.

5. Пселсько – Хорольський полого-хвилястий ландшафтний район на палеогенових відкладеннях з типовими чорноземами і пануванням агрофітоценозів з фрагментами широколистяно-дубових лісів.

Більша частина району знаходиться в Полтавській області. Східною межею району служать відроги Середньоросійського підвищення і межі розповсюдження дніпровського льодовика.

Корінними породами є палеогенові товщі харківської свити – зеленувато-сірі піски з прошарками глини. На південному сході району зустрічаються полтавські неогенові відкладення із зеленуватих глин і білих пісків. На плакорах значно поширені молодші неогенові накопичення із строка-тих глин і супісків. Значні площі плакорів покриті четвертинними відкладеннями – лесом і лесоподібними суглинками. По численних сухих балках поширені делювіальні відкладення. На правобережжі р. Грунь і р. Псел окремими плямами зустрічаються флювіогляціальні і льодовиково-озерні суглинки з прошарками пісків і гальки кристалічних порід.

Ландшафтний район є плоскою слабзорозчленованою полого-увалистою рівниною, порізаною мережею реліктових прохідних долин і балок. Балки добре виражені в рельєфі, їх глибина 15-30 метрів. Плакорні ділянки мають суфозійні блюдця. Долина Псла шириною 9-12 км має заплаву і три надзаплавні тераси.

У районі панують чорноземи типові малогумусні середньосуглинистого механічного складу. Окремими плямами на південному сході району представлені темно-сірі ґрунти і опідзолені чорноземи. У долинах Псла, Груні і Хоролу розвиваються лугові солонцюваті ґрунти, а на терасі бору Псла – дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти.

Природна рослинність району майже не збереглася і колишні широколистяні ліси і лугові степи зараз замінені агрофітоценозами. Ліси уцілили тільки в долинах річок Псел і Хорол, а також на межиріччі Псла і Ворскли. По правому берегу Псла окремими масивами збереглися кленово-липово-

дубові ліси з багатим підліском, а на терасах лівобережжя домінують дубово-соснові і чисто соснові ліси. На вододілі Псла і Ворскли острівцями розкидані дубові гаї і невеликі масиви з липово-дубових лісів. У цілому лісистість району дуже мала – від 2 до 10% від загальної земельної площі.

III. Ворсклинський розчленований полого-хвилястий лесовий округ.

Виділення даного округу у складі провінції Придніпровської рівнини виправдане палеографічними, тектолітологічними і ґрунтово-біогенними особливостями регіону. В межі округу входять східна частина Охтирського району і Великописарівський район Сумської області.

У тектонічній будові округ відповідає Дніпровсько-Донецькому грабену і його північно-східному борту. Територія характеризується повільним підняттям 4-8 мм за рік і має значну кількість локальних тектонічних структур, що приводить до змін у рельєфі і в екзодинамічних процесах. Корінними породами округу є палеоген-неогенові відкладення. Це київська і харківська свити палеогену і пліоценові відкладення неогену. Четвертинні відкладення представлені потужними шарами лесу і лесоподібних суглинків, а в межах річкових долин – древніми і сучасними алювіальними відкладеннями, в балках акумулювалися делювіальні товщі.

Поверхня округу представлена лесовою рівниною, розчленованою численними лівими притоками р. Ворскли і балками. З сучасних екзогенних процесів можна виділити водну і вітрову ерозію, суфозію, замулювання заплав і ставків, зсуви та ін.

Кліматичні показники мало відрізняються від попередніх округів Придніпровської рівнини.

У окрузі домінують середньогумусні типові чорноземи важкого механічного складу. Тільки уздовж Ворскли і її притоків під широколистяними лісами сформувалися темносірі ґрунти і опідзолені чорноземи.

Рослинний покрив належить до підзони південного лісостепу і представлений кленово-дубовими і сосновими ліса-

ми річкових долин, заплавленими луками. Значні площі зайняті агрофітоценозами з лісовими полезахисними смугами.

6. Заворсклинський терасний полого-хвилястий розчленований ландшафтний район лесової рівнини з типовими середньогумусними чорноземами.

За межами Сумської області район продовжується в Полтавській і Харківській областях до р. Мерли – лівої притоки р. Ворскли.

Найбільш древніми корінними породами є палеогенові (київська і харківська свити) піски, мергелі, алевроліти, пісковики і зеленуваті глауконітові піски; неогенові (пліоцен) сірі піски і глини. Окремими плямами представлені міоценові полтавські відкладення з пісків жовтого і білого кольорів, часто розкритих кар'єрами. Четвертинні відкладення на верхніх терасах річок і плакорах представлені лесом і лесоподібними суглинками.

Поверхня району неоднорідна. Високе з ярами і балками правобережжя річки Ворскли поступово переходить в Середньоросійське підвищення. Лівобережжя р. Ворскли представлене серією акумулятивних алювіальних терас, які біля кордонів Сумської області переходять в лесові з великою кількістю суфозійних улоговин плакори. Важливим елементом рельєфу району є долина Ворскли.

У межах району на плакорах лівобережжя сформувалися типові чорноземи важкосуглинистого механічного складу. На першій терасі бору розвиваються дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти. Під пологом широколистяних лісів правобережжя Ворскли сформувалися темно-сірі ґрунти і опідзолені чорноземи.

Рослинний покрив ландшафтного району зазнав значних змін у результаті господарської діяльності. Сотні років тому почалося розорювання лугових різнотравних степів і лісових площ. У даний час природна рослинність на лівобережжі Ворскли замінена сільськогосподарськими землями, лише окремими масивами уціліли водозахисні широколистяні ліси на плакорах. На борових терасах Ворскли зустрічаються

соснові ліси. Набагато краще зберігся рослинний покрив на правобережжі р. Ворскли. Це ясенево-дубові і кленово-липово-дубові асоціації.

В. Середньоросійська підвищена лісостепова провінція.

IV. Сумсько-Глухівський підвищений сильнорозчленований лесовий округ.

У межах Сумської області округ включає південно-західні відроги Середньоросійського підвищення. На півночі він граничить із змішаними лісами, а на півдні з підзоною південного лісостепу. В межі округу входять багато адміністративних районів – Глухівський, Сумський, Краснопільський, Тростянецький і окремі частини інших районів області. Округ має природне продовження на схід у межах Брянської, Курської і Белгородської областей.

У тектонічному плані він відповідає структурам Воронезького кристалічного масиву, і лише крайні південно-західні ділянки належать до північно-східного борту Дніпрово-Донецької западини, у межах якої активно виявляються сучасні локальні тектоструктури.

Найбільш древніми породами, що виходять на поверхню, є крейдові відкладення, представлені крейдою, мергелем, пісками. Палеоген-неогенові піщано-глинисті відкладення значно поширені, вони розкриваються в долинах річок Клевені, Есмані, Сейму і в ярах та балках. Четвертинні відкладення представлені лесом, лесоподібними суглинками, еоловими і алювіальними пісками, а на півночі округу трапляються гляціальні і флювіогляціальні відкладення, торф.

Поверхня округу – типова підвищена розчленована лесова рівнина з добре вираженими в рельєфі долинами, ярами і балками. Північ округу має менш розчленована поверхню у результаті льодовикової екзарації і акумуляції. Тут добре представлені карстові форми мезорельєфу – воронки, яри, улоговини. У південній частині округу на вирівняних плакорах і верхніх терасах річок добре розвинені суфозійні блюдця в лесових породах. Підняття Воронезької антеклізи зумовило

значну глибину річкових долин і древніх балок. У поєднанні з інтенсивним сніготаненням весною і зливами в літній сезон це є однією з причин активного росту ярів. Текстоструктури визначили напрям долини Псла, зумовили її різкі повороти і морфометрію річкової долини.

Грунтовий покрив округу дуже строкатий, що свідчить про розвиток різноманітних ландшафтів у минулому (широколистяні ліси, хвойні ліси, лугові степи). У північних частинах округу найстрокатіші ґрунти від світло-сірих до опідзолених чорноземів; межиріччя Сейму і Псла зайняте типовими малогумусними чорноземами; межиріччя Псла і Ворскли має також різноманітні ґрунти від темно-сірих і опідзолених чорноземів до типових чорноземів.

У даний час заліснення округу становить 10-20%. Ліси представлені трьома досить великими масивами. Північний масив стосується басейнів річок Клевень і Есмань. Тут панують широколистяні кленово-липово-дубові ліси. Центральний масив стосується долини Псла, де домінують широколистяні ліси і соснові ліси борової тераси. Південний масив займає межиріччя Псла і Ворскли, на якому представлені в основному дубово-соснові і кленово-дубові ліси. Відомо, що ці відроги Середньоросійського підвищення з широколистяними лісами і островами розораних лугових степів представляють древній дольодовиковий лісостеп. Звідси ліси поширюються на звільнені від льодовика території, рухаючись по лісових долинах і поступово виходячи на плакори.

7. Есмань-Клевенський льодовиковий розчленований ландшафтний район підвищеної лесової рівнини з опідзоленими ґрунтами і фрагментами широколистяних лісів.

До складу району входять Глухівський адміністративний район і частини Ямпільського, Кролевецького і Путивльського районів.

Річкові долини розкривають древні крейдові відкладення кампанського ярусу, які добре представлені в басейні річки Клевень. Палеоген-неогенові товщі з пісків, пісковиків, глин і мергелів розкриваються численними ярами і балками в

західних і східних частинах району. Четвертинні відкладення переважно представлені лесом і лесоподібним суглинком. У долинах річок розвиваються піщані алювіальні наноси і торф.

Поверхня району на правобережжі річок Клевень і Есмань являє собою підвищену сильно розчленовану лесову рівнину, а лівобережна частина розчленована менше і плавно опускається у бік річки Сейм. Розчленованість території пов'язана з наявністю річкових долин, ярів, балок, суфозійних улоговин, карстових воронок. Річкові долини врізаються в корінні товщі і мають іноді вигляд каньйонів (р. Клевень).

Грунтовий покрив надзвичайно строкатий через розчленований рельєф, характер рослинності і палеогеографічні умови. У більш порізаних ерозією західній частині району панують світло-сірі і темно-сірі ґрунти, а в східній частині – опідзолені чорноземи. У заплавах річок розвиваються торф'яно-болотні ґрунти.

Навіть тут, в найпівнічнішому районі лісостепу, майже не залишилося широколистяно-дубових лісів, які поступилися місцем сільськогосподарським угіддям. Окремими зеленими плямами серед розораних територій розкидані фрагменти дібров, березняків і кленово-липово-дубових лісів. У ландшафтному районі на пологих схилах правого берега р. Есмані можна зустріти фрагменти реліктової степової рослинності на крейдяних відкладах. Степові елементи вкраплені в мезофільну лугову рослинність.

8. Вирський льодовиково-перегляціальний розчленований ландшафтний район лесової рівнини з типовими чорноземами і пануванням агрофітоценозів.

Район займає найбільш полого знижену частину Середньоросійського підвищення у межах Сумської області. До його складу входить східна частина Білопільського і північно-західна частина Сумського району.

Найдревнішими породами району, що відіграють ландшафтоутворюючу роль, є крейдяні відкладення. Палеогенова і неогенова системи представлені пісками, глинами і щільним сірим пісковиком. Четвертинні відкладення склада-

ються з накопичень лесу і лесоподібних суглинків, алювіальних відкладень заплав невеликих річок і делювіальних наносів численних балок і ярів.

Поверхня району є слабохвилястою розчленованою лесовою рівниною, яка створює вододіл між річками Сеймом і Пслом. Територія дренується р.Вир і її притоками. Характерними елементами рельєфу є численні улоговини, балки і прохідні водно-льодовикові долини. Можливо, і долина р. Вир є древньою долиною стоку талих вод.

Характерні типові малогумусні чорноземи, лише плямами під колишніми широколистяними лісами сформувалися темно-сірі ґрунти. У заплавах невеликих річок Вир, Сумка розвиваються алювіально-дернові і болотно-перегнійні ґрунти.

Рослинний покрив у районі майже повністю змінений господарською діяльністю людини. Лугові степи і ясеневодубові ліси, які раніше займали територію району, зараз повністю розорані.

9. Псельсько – Ворсклинський позальодовиковий підвищено - розчленований район лесової рівнини, з комплексом чорноземів і опідзолених ґрунтів і пануванням агрофітоценозів із фрагментами широколистяних лісів.

За площею це найбільший ландшафтний район, до складу якого входять території Сумського, Краснопільського, Тростянецького і частини Лебединського і Охтирського адміністративних районів Сумської області. Ландшафтний район має природне продовження в Курській і Белгородській областях. Західна межа району добре виражена в орографічному плані і збігається із східною межею розповсюдження дніпровського льодовика на Сумщині. Південна межа має чітку вираженість у зміні ландшафтів від підвищених до низинних південно-лісостепових.

Корінні породи представлені в основному неогеновими відкладеннями полтавської свити – зеленуваті глини, пісковики, білі піски. Крейдяні товщі залягають уздовж течії р. Псел на схід від м. Сум. Окремими клинами палеоген-

неогенові відклади представлені алевритами, мергелями, супісками. Корінні породи розкриваються в долинах річок, ярах і кар'єрах. Четвертинні відкладення представлені в основному лесом і лесоподібними суглинками, потужність яких досягає іноді до 27 м. По балках і ярах розвиваються делювіальні глинисті і суглинисті наноси. У долинах річок акумулювалися древні і сучасні піски, супіски, суглинки. По численних древніх долинах стоку флювіогляціальні відкладення проникли далеко на південь від межі зупинки льодовика (дніпровського). Тому окремими островами в районі можна зустріти ці відкладення – древньоозерні зеленуваті гумусовані суглинки і тонкозернисті піски в Лебединському районі. В інших місцях водно-льодовиковий комплекс представлений бурими пісками, суглинками потужністю до 13 м.

У результаті палеогеографічних причин, особливостей рельєфу і клімату ґрунтовий покрив району дуже строкатий. На великій території панують типові малогумусні середньо-суглинисті чорноземи, що сформувалися на лесових товщах під пологом лугових різнотравних степів. Під пологом широколистяних лісів відбувся розвиток сучасних опідзолених чорноземів, світло-сірих і темно-сірих опідзолених ґрунтів. Основні ділянки поширення даних ґрунтів належать до прирічкових просторів. Уздовж р. Псла на терасі бору розвиваються дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти. У заплавах невеликих річок представлені лугові солонцюваті ґрунти.

Заліснення району досить високе і становить 15-20 %. Домінують кленово-липово-дубові ліси, що стосуються схилів підвищених міжрічкових територій і верхніх терас р. Псел.

Лісостепові геокомплекси району знаходяться під інтенсивним антропогенним впливом.

Розділ 5 Функціонування, динаміка і розвиток ландшафтів

5.1 Функціонування ландшафтів. Функціонування ландшафтів – це сукупність усіх процесів переміщення, обміну і трансформації речовини й енергії всередині ПТК

(вертикальні потоки) або між різними ПТК (горизонтальна міграція). Якщо первинною ланкою для аналізу вертикальної (радіальної) міграції (зв'язків) слугує фація, то для виявлення горизонтальних необхідно досліджувати ландшафти в цілому.

Головні складові функціонування ландшафтів такі:

1) вологообмін; 2) мінеральний обмін; 3) газообмін; 4) енергообмін; 5) біогенний кругообіг та ін.

Процес *вологообміну* (кругообіг вологи) включає випадання атмосферних опадів, поверхневий стік, інфільтрацію, підземний стік, підняття ґрунтових вод по капілярах і випаровування, конденсацію вологи в атмосфері і нове випадання опадів. Таким чином, з одного боку, це підняття водних розчинів по капілярах ґрунту і всмоктування їх кореневою системою, висхідні потоки повітря, випаровування з поверхні ґрунту і водойм, транспірація і т.д. З іншого – випадання атмосферних опадів, їх просочування в ґрунт, випадання разом із вологою пилу і т.д. Завдяки кругообігу вологи здійснюється мінеральний обмін між окремими компонентами ландшафту. Цей процес супроводжується формуванням, транспортуванням і акумуляцією хімічних елементів.

Мінеральний обмін у ландшафті, на відміну від вологообігу, має вигляд спрямованих в один бік міграційних процесів, відбуваються акумуляція і трансформація речовин, а не безпосередній їх кругообіг. Мінеральні речовини мігрують у ландшафті у вигляді: 1) водорозчинних речовин (іонів); 2) механічних домішок у воді (завислі наноси); 3) механічних домішок у повітрі (пил); 4) твердих продуктів денудації гірських порід, що переміщуються по схилу під дією сили тяжіння, та ін.

Газообмін – це переміщення розчинів і трансформація газоподібних речовин, а також циркуляція атмосферних мас, що супроводжується обміном речовиною й енергією.

Енергообмін – це кругообіг і трансформація сонячної енергії. Вона здатна перетворитись в інші види енергії — те-

плову, хімічну, механічну. Завдяки сонячній енергії відбуваються вологообмін і біогенний кругообіг. Від забезпечення сонячною енергією залежить інтенсивність функціонування ландшафтів.

Біогенний кругообіг – включає утворення і руйнування органічної речовини, їх випадання на поверхню ґрунту та включення у новий кругообіг. Процес утворення органічної речовини – це фотосинтез.

Кожний із перелічених (п'яти) головних процесів функціонування ландшафтів складається із численних елементарних процесів, які мають різний характер. Це такі процеси: фізичний (нагрівання чи охолодження земної поверхні, підняття ґрунтових вод по капілярах, випаровування та ін.); хімічний (механічна, водна, повітряна, біогенна та технічна міграція хімічних елементів); біологічний (фотосинтез, розкладання органічної маси мікроорганізмами та ін.).

Фізичні процеси функціонування ПТК вивчає геофізика ландшафту, хімічні – геохімія ландшафту, біологічні – біотика ландшафту (біогеоценологія).

5.2 Динаміка ландшафтів

Динамікою ландшафтів називають кількісні зміни, які відбуваються в ПТК під дією природних і антропогенних факторів і не приводять до якісної перебудови його структури.

Динамічні (і функціональні) зміни пов'язані з механізмом дії прямих і зворотних зв'язків. (Останні ще поділяються на додатні і від'ємні).

Для прямого зв'язку характерний спрямований вплив певного тіла (А) на інше (Б). Наприклад, вплив (А→Б) сонячної енергії на ландшафти Землі (зворотним впливом Землі на Сонце можна знехтувати), ґрунтових вод — на живлення річок.

Зворотні зв'язки виражаються у взаємодії тіл (А↔Б), коли не тільки А впливає на Б, але й Б – на А. (Зворотний зв'язок є одним із понять кібернетики).

Зворотні зв'язки також дуже характерні для ландшафту. До них належать взаємодії ґрунт – рослинність, рослини – тварини, промисловість – сільське господарство і т.п.

Позитивний зворотний зв'язок – це коли результат процесу посилює цей процес, і ПТК (ландшафт) віддається від початкового стану (розвивається). Наприклад, заростання озер: рослини відмирають, формується сапропель, озеро мілішає і біля берега створює можливість просуватися рослинності (очерету) до центру, озеро перетворюється на болото. Отже, органіка і сапропель посилюють результат процесу, і ПТК перетворюється на іншу систему. Позитивний зворотний зв'язок особливо характерний для культурних ландшафтів. Розорювання схилів призводить до утворення ярів. Подальше розорювання ще більше посилює ерозію (розвиток відбувається по експоненті). Якщо процес не зупинити, то він приведе до руйнування системи (культурного ландшафту).

Негативний зворотний зв'язок – коли результат процесу послаблює його дію і сприяє стабілізації системи, відновленню її вихідного стану (проявляється відносна стійкість ПТК). Наприклад, в епоху вулканізму в атмосферу виділяється велика кількість CO_2 , який сприяє поліпшенню фотосинтезу і збільшенню біомаси ландшафту. Збільшення рослинного покриву приводить, у свою чергу, до вилучення значної частини зайвого CO_2 із атмосфери і в результаті – до зменшення біомаси та відновлення вихідного стану ландшафтної системи.

Таким чином, завдяки негативному зворотному зв'язку в ландшафті спостерігається саморегулювання, і всяке відхилення від стандартного стану викликає такі процеси, які повертають систему в початковий стан. (Самоочищення рік, озер – явище саморегуляції, але при сильному забрудненні процес може бути незворотним).

5.3 Природні зміни. Ландшафти у процесі своєї динаміки зазнають ритмічних або циклічних природних змін. *Ритмічність* – це повторюваність у часі різних природних

процесів і явищ в однаковій послідовності. Фізико-географ і гляціолог С.В. Калесник зазначав, що вивчати ландшафт поза його сезонною ритмікою недоцільно, як і вивчати рослину поза її сезонними фазами.

Циклічні зміни (цикли) проявляються через певні проміжки часу. Розрізняють циклічні процеси, які повторюються через нерівні проміжки часу (підняття й опускання суші, трансгресії і регресії моря, потепління і похолодання клімату, коливання рівня озер, максимуми сонячних плям і т.д.), і процеси та явища, які повторюються приблизно через рівні проміжки часу (зміна дня й ночі, пір року і т.д.). Виділяють добові, річні і багаторічні цикли.

Добові цикли. Важливо знати добову зміну кількості променевої енергії, що впливає насамперед на температуру і вологість повітря, а через ці елементи клімату – і на інші компоненти ландшафту (переміщення і руйнування гірських порід, дихання водоймищ, співвідношення у воді вуглекислого газу й кисню, біологічні процеси та ін.).

Річні (сезонні) цикли. Існування сезонної ритміки в динаміці ПТК пов'язане з нахилом земної осі й положенням Землі стосовно Сонця, що зумовлює різну кількість сонячної енергії по сезонах року. Особливо динамічні ландшафти влітку, коли їх енергетичні ресурси бувають найбільш великими. Процеси функціонування ПТК у цей час відбуваються інтенсивно. Навесні інтенсивність процесів зростає (тимчасове оглеєння фунту, активізація ерозійних процесів та ін.). Восени зменшується. Взимку ці процеси згасають, спостерігається геохімічний спокій. У різних природних зонах має місце різна сезонна ритміка у ландшафтах. Закономірності сезонної ритміки ландшафту вивчає наука фенологія.

Багаторічні цикли пов'язані з циклами активності Сонця. Вони відбуваються з інтервалами в 5 - 6, 11, 22, 30, 60, 90, 180, 900 і більше років.

Амплітуда коливань у ритмічних (циклічних) змінах ландшафтів різна. Кількість теплоти й світла, яку дістає ландшафт у певний сезон, місяць і день, не є абсолютно пос-

тійними величинами. Вони коливаються залежно від зміни сонячної активності, що діє на інші фізико-географічні процеси.

Розрізняють три типи амплітуди: нормальну, небезпечну й катастрофічну. Нормальна амплітуда коливання не приводить до сильних змін. Наприклад, раннє чи пізнє зсідання снігу та ін. Небезпечна амплітуда викликає порушення нормального режиму розвитку ландшафту, особливо біогенних компонентів (повернення холоду під час цвітіння плодових дерев). Катастрофічні амплітуди викликають сильні зміни властивостей ПТК. Прикладом може бути утворення на гірських схилах зсувних цирків тощо.

За умов наявності «нормальних амплітуд ритмів» динамічні прояви найчастіше стабілізують ПТК, сприяють відновленню їхнього корінного стану, мають місце зворотні зміни. Катастрофічні амплітуди ритмів природних процесів призводять до незворотних змін ПТК, до їхньої трансформації.

Якщо порушена літогенна основа, то ландшафт не відтворюється (наприклад, після виверження вулканів, землетрусів, обвалів у горах та ін.). Ці процеси сильно змінюють стан ПТК, виходять за межі динаміки, зміни є незворотними, тобто повернення до минулого стану не буде.

Такі зміни ведуть до зміни інваріанта ПТК. (Інваріант ПТК – це певна сукупність його станів, яка не призводить до якісної перебудови ПТК. У рамках одного інваріанта відбуваються зворотні зміни на відміну від незворотних якісних змін, з якими пов'язані зміни самого інваріанта ПТК).

Процес зміни станів ПТК (фацій) Сочава назвав *суцесією* геосистем, а *динаміку* визначив як зміну станів ПТК у рамках однієї інваріанта, в той час як розвиток є зміною самого інваріанта.

Одним із головних завдань дослідження динаміки ландшафту є вивчення його річних й добових циклів. Це потребує довготривалих стаціонарних спостережень, особливо геохімічних і геофізичних. Метод балансів враховує

всі статті прибутку й видатку в їх кількісних одиницях. Вивчається зміна протягом року теплового й водного режимів - баланс теплоти і вологи, функціональні зв'язки між балансом теплоти і вологи та балансом мінеральних речовин, між тепловим і водним режимами та міграцією солей у ландшафті, біогенним кругообігом, механічною і хімічною денудацією, фенофазами біоценозів і т.д. Потім шляхом математичного аналізу розраховують залежності між різними величинами.

5.4 Антропогенні зміни. Стійкість ландшафтів

Антропогенний фактор є одним із найбільш потужних джерел розвитку ландшафтів, що треба врахувати на сучасному етапі. Із розвитком суспільства інтенсивність його впливу на природу зростає. На Землі практично не залишилося ландшафтів, які не зазнали б впливу антропогенного фактора (антропогенно зумовлена динаміка). У більшості випадків це зміни, в принципі, зворотні.

Глибина зміни ландшафту людиною залежить переважно від форми виробничої діяльності. Будівництво міст і промислових споруд приводить до зміни водночас кількох компонентів. У великих містах виникають *техногенні ландшафти*, які успадковують від природних лише геологічну основу, основні риси рельєфу і зональні риси клімату. Перетворюється мезорельєф (засипаються яри, зрізуються нерівності рельєфу і т.п.), створюється свій мікроклімат (вплив асфальту), беруться в труби дрібні річки та ін. У ґрунтах (на газонах) виникає культурний горизонт (урбоземи). Місто має свій склад рослинності й особливий тваринний світ.

Іноді говорять, що в містах ландшафти зникають. Це не так, у містах ще функціонують за законами природи різні види ландшафтів.

Значні зміни в ландшафтах виникають, коли людина перетворює водний режим території. Осушення і зрошення є прикладом найбільшого впливу людини на природні комплекси у процесі сільськогосподарського вироб-

ництва. Швидших і глибших змін зазнають біогенні компоненти. Геологічний фундамент, тип рельєфу і клімат завжди залишаються практично незмінними.

Стійкі незворотні зміни під впливом антропогенного фактора виникають при вирубках лісу, розорюванні схилів, унаслідок чого розвиваються ерозійні процеси, виникають нові урочища (фації) і змінюється морфологічна структура ландшафту. Утворюються антропогенні ландшафти, які включені у сферу матеріального виробництва.

Класифікації ландшафтів за ступенем окультуреності різні. А.Г. Ісаченко виділяє:

1) *незмінні*. До них належать ландшафти Антарктиди, Гренландії, гляціально-нівальні гірських країн;

2) *слабозмінні* – діяльність людини торкнулась окремих компонентів (головним чином біоти), але природні зв'язки не порушені. Сюди належать тундрові, тайгові, пустельні та інші ландшафти;

3) *порушені* (сильно змінні) – ландшафти, які зазнали довготривалого стихійного впливу людини. В них порушені літогенна основа, природні зв'язки, структура ПТК. Трапляються в усіх зонах, особливо у степовій, яка сильно розорана. (Порушені ландшафти супроводжують негативні процеси: ерозію, заболочування, засолення, забруднення; кар'єри, терикони та ін.);

4) *перетворені* (культурні) – це ландшафти, в яких природні зв'язки змінні людиною на науковій основі для раціонального природокористування (різні меліорації, правильне розміщення угідь, терасування схилів та ін.).

Таким чином, «антропогенні» зміни ландшафтів – це зворотні в більшості випадків зміни, які є нічим іншим, як модифікаціями їх корінної структури при зміні «слабких» біогенних компонентів природи. Лише докорінна зміна «сильних» геоматичних компонентів природи призводить до змін незворотного характеру.

Стійкість ландшафтів до антропогенних впливів.

Стійкість – це здатність ПТК зберігати значення своїх параметрів (свій інваріант) у певних «порогових» межах при впливі зовнішніх природних і антропогенних факторів (навантаження). Стійкість визначається відносно антропогенного (техногенного) навантаження і розглядається в динамічному плані. Показником стійкості ПТК виступають особливості його компонентів (геоми, біоти). Наприклад, при оцінці стійкості ПТК до ерозійних процесів важливі умови рельєфу (крутизна, експозиція схилів, глибина ерозійного розчленування), геологічні умови (стійкість гірських порід до розмиву) та ін.

Найменш стійкі до навантажень ПТК локального рівня (вони можуть бути повністю перебудовані) й більш стійкі – регіонального рівня. Отже, стійкість природного комплексу залежить від його таксономічного рангу.

Використовуючи показники стійкості, складають серію карт, на яких чітко виділяють ареали, не стійкі до антропогенних навантажень, конфліктні з точки зору їх сучасного функціонального використання, екологічні ризики.

Екологічний ризик – це ймовірність виникнення в геосистемі вкрай небажаних змін, особливо пов'язаних із загрозою для здоров'я людини. Як екоризик розглядається небезпека токсичного забруднення геосистеми та її окремих середовищ, опустинення, дегуміфікація, засолення ґрунтів тощо. Оцінюють екологічні ризики в балах, і тоді інтегральний показник ризику певного виду буде визначений як добуток цих балів.

При типології геосистем за їх стійкістю слід враховувати види відмов (наприклад, ерозійно нестійкі, галогенно нестійкі) і ступінь стійкості (інертності та відновлюваності). За цими показниками геосистеми поділяють на інертні, слабо інертні, практично неінертні, а також відновлювальні, слабо- та невідновлювальні. Всі ареали, які показані на відповідних картах, потребують особливих природоохоронних заходів.

Еволюція ландшафту тісно пов'язана з його дина-

мікою, послідовним розвитком. Якісні зміни в окремих ПТК ще тривалий період можуть означати лише динаміку в кількісному розумінні. Однак настає час, коли кількісне накопичення елементів нової структури веде до якісного стрибка і заміни попереднього ПТК на інший. Це еволюційний процес, який складається з незворотно-поступальних змін. Він може простежуватися, наприклад, у послідовному ускладненні морфологічної структури і виникненні нових ландшафтів, що забезпечує їх постійне омолодження.

5.5 Розвиток ландшафтів. Саморозвиток

Загальною тенденцією поступового розвитку природи Землі є рух від простого до складного, від нижчого до вищого. Підтвердженням цього є динаміка ПТК. Так, фація у процесі розвитку перетворюється в більш складний комплекс – урочище, потім – у місцевість і ландшафт вищого рангу. Наприклад, від фації улоговини – до ландшафту ерозійної рівнини. Отже, можна стверджувати, *що розвиток ландшафтів простежується в зникненні старих і виникненні нових видів морфологічних одиниць.*

У процесі розвитку природних комплексів, пов'язаних з ерозійними формами рельєфу, спостерігається постійне їх ускладнення доти, поки ці форми не досягають стану зрілості. У цій стадії починається їх поступове спрощення. Але це спрощення відносно і не є прямим поверненням до старого. Згідно із законом «заперечення заперечення» розвиток від нижчого до вищого відбувається по спіралі, тобто припускається деяке видиме спрощення, але це новий, більш високий рівень розвитку, має місце перехід кількості в якість. Коли кількісні зміни досягають певних меж, відбувається швидкий перехід у нову якість. Цей перехід у природі ми не завжди можемо фіксувати, вказати, коли саме старий комплекс переходить у новий.

Ступінь розвитку ландшафту відображає його *вік*. У кожному ландшафті представлені елементи різного віку: реліктові, консервативні і прогресивні. Реліктові зберігаються від минулих епох, можуть зустрічатися в

одному із компонентів природи або цілими комплексами (фації, урочища). Наприклад, древні долини стоку на Подільській височині, еолові форми в Прибалтиці та ін. Поховані ґрунти можуть багато «сказати» про історію розвитку ландшафту. Консервативні елементи перебувають у повній залежності від сучасних природних умов. Вони переважають у ландшафті і визначають його морфологічну структуру. А прогресивні елементи підкреслюють динамічність ландшафту, тенденцію його подальшого розвитку. Тому ці елементи можуть бути основою для прогнозу.

Поступове збільшення в ландшафті кількості прогресивних елементів і витіснення ними консервативних чи реліктових на певній стадії приводить до перетворення ландшафту в інший. Таким чином, будь-який ландшафт виникає, розвивається і вмирає, даючи початок новому ландшафту, тобто кожний ландшафт має певний вік.

Встановити вік ландшафту проблемно, оскільки ми ще не можемо конкретно визначити, який час вважати початком його народження, смерті та ін. Для цього використовуються палеогеографічні моменти (наприклад, відходження льодовика, моря й т.п.), що важливо для висвітлення історії розвитку ландшафту. А.Г. Ісаченко вважає, що історія конкретного ландшафту починається з того моменту, коли на даній території з'являється відповідний тип ландшафту (тундровий, степовий і т.д.).

В еволюції будь-якого ландшафту розрізняють фазу формування і фазу нормального розвитку, але границі між ними встановити важко. Відомо, що в молодому ландшафті ще зберігається багато реліктових елементів; у зрілому – багато консервативних, у старому – паростки нових, прогресивних елементів. Н.А. Солнцев зазначав, що наявність (бідність, багатство) реліктових елементів є надійним критерієм для визначення відносного віку ландшафту, зміну віку якого можна простежити на прикладі моренних ландшафтів валдайського (молодше), московського і дніпровського (старше) зледенінь.

Саморозвиток ландшафту. Щоб зрозуміти динаміку ландшафтів, необхідно з'ясувати причини, які зумовлюють їх розвиток. Вони можуть бути і зовнішніми, і внутрішніми. До зовнішніх належать зміна сонячної активності й тектонічні рухи земної кори, які вносять корективи в динаміку всіх ландшафтів Землі.

Існують також причини, які криються в самому ландшафті, всередині його. Внутрішньоландшафтні причини сприяють *саморозвитку* цього комплексу. Прикладом саморозвитку природного комплексу є заростання озера. Навіть при постійних зовнішніх умовах озеро в процесі розвитку перетворюється в болото.

Ландшафт у своєму розвитку намагається наблизитись до повної відповідності між усіма його компонентами, до гармонійності. Але він ніколи цієї гармонійності не досягає. Досягається лише відносна гармонійність. «Гармонійні» періоди в житті ландшафту відповідають еволюційному розвиткові і завжди більш тривалі, ніж «дизгармонійні». Багато питань саморозвитку ще недостатньо вивчені. На допомогу прийшли такі науки, як геохімія і геофізика ландшафтів. Саморозвиток ландшафту пов'язаний з обміном (міграцією) речовин і енергії. Великого значення у вивченні цих процесів набувають стаціонарні ландшафтні дослідження.

Роль природних компонентів у формуванні й саморозвитку ландшафтних комплексів, як відомо, неоднакова. Літогенні компоненти (геологічна будова, літологія, рельєф) є основними за силою впливу один на одного і за їх роллю у формуванні комплексів. Вони «змушують» живу природу (біогенні компоненти) змінюватися глибше, ніж змінюються самі під впливом живих організмів. Біогенні компоненти реагують на найнезначніші зміни в ландшафті і тому є індикаторами ландшафту. Будучи найбільш мінливими, вони найслабші при формуванні комплексів. А літогенгенна група ландшафту найсильніша, оскільки вона найбільш інертна, через що її вплив на при-

родний комплекс найбільш стійкий.

Як відомо, довготривалий вплив в одному й тому самому напрямі викликає глибокі зміни в усіх компонентах. Такі зміни в живих організмах закріплюються спадковістю.

Таким чином, функціонування, динаміка, еволюція і розвиток – це взаємозв'язані процеси, які характеризують ландшафтні комплекси, їхню індивідуальність, еволюційні цикли, ступінь перетворюваності, що має прикладне значення.

Ландшафтний прогноз – важливий етап у динаміці і розвитку ландшафтів. Він необхідний для того, щоб найбільш раціонально використовувати їх природні ресурси, перетворювати ландшафти в культурні. Під час вивчення ландшафтів необхідно передбачати ті наслідки, до яких призведе втручання людини в хід природних процесів. Це складна проблема, при розв'язанні якої необхідно враховувати багато різних зв'язків у природі і вплив суспільства на природу.

Ландшафтний прогноз ґрунтується на порівняльно-географічному аналізі природи і взаємодії природи й суспільства в просторі і часі. Слід пам'ятати при цьому, що змінена людиною природа розвивається значно швидше, ніж не порушена. Тому основним методом ландшафтного прогнозу має бути метод *«ланцюгових реакцій»*, які виникають у природному середовищі та між природою і суспільством. Цей метод дозволяє визначити ланцюг сучасних і майбутніх процесів і, переходячи від однієї його ланки до іншої, розкрити весь комплекс природних процесів і явищ.

Ландшафтний прогноз повинен бути конструктивним, тобто передбачати процеси і керувати (правити) ними.

Розділ 6 Техногенні дії на структуру і функціонування геосистем

Функціональний підхід до вивчення техногенних дій на ландшафти припускає перш за все аналіз порушення вертикальних і горизонтальних зв'язків. Вхідні дії (на той або інший елемент або компонент) передаються по ланцюжках

вертикальних зв'язків на інші компоненти, а по каналах горизонтальних зв'язків – на інші геосистеми. Звідси виникають різного роду побічні порушення структури і функцій не тільки геосистеми, що піддаються безпосередній дії, але і систем, більш-менш віддалених від неї.

6.1 Порушення гравітаційної рівноваги і їх побічні наслідки

Порушення гравітаційної рівноваги, що приводить до механічного переміщення мас у геосистемах, може бути викликане як прямою, так і непрямою господарською дією. Найінтенсивніший безпосередній техногенний перерозподіл літосферного матеріалу здійснюється при видобутку корисних копалин і земляних роботах. Щорічна кількість добытої при цьому в світі твердої речовини вимірюється величиною порядку у 10^{11} т. Первинний географічний ефект цієї діяльності – поява техногенних форм мезорельєфу: териконів (заввишки 300 м, площею в десятки гектарів), відвалів (заввишки до 100-150 м, протяжністю до 1,5-2,0 км), кар'єрів (завглибшки до 1500-800 м, площею до декількох км²). Кожне з цих утворень окремо має локальний характер і частіше можна порівняти з урочищами, проте їх комплекси в гірничопромислових районах на площах в сотні і тисячі км² формують своєрідну техногенну морфологію ландшафтів. Для міських територій більш характерне вирівнювання рельєфу (штучне заповнення ґрунтом невеликих долин, ярів, балок та ін., акумуляція «культурного шару»), але створюються і специфічні насипні форми (дорожні насипи, греблі та ін.), все частіше практикується створення штучних наливних ґрунтів.

Створення техногенних форм рельєфу стимулює вторинні, гравігенні процеси. Терикони і кар'єри дають початок обвалам, осипам, зсувам, відвали і терикони піддаються змиву, розмиву, розвіюванню. Пустоти, що утворюються при підземних виробках, часто викликають мульди просідання і провали завглибшки в десятки метрів. Аналогічні явища спостерігаються при відкачуванні

підземних вод. У великих містах площі мульд осідання вимірюються сотнями, а іноді тисячами км². Ущільнення і осідання ґрунтів відбувається під впливом навантаження, створюваного різними спорудами і водосховищами.

Побічний ефект техногенного переміщення гірських порід зачіпає інші функції ландшафту і набуває ширшого радіуса дії. Перш за все необхідно зазначити порушення вологообороту і водного балансу. Так, унаслідок дренажної дії кар'єрів і відкачування вод підземні води виснажуються на відстані, які в багато разів перевищують ширину кар'єру. Створення насипів і гребель посилює застій поверхневих вод і заболочування.

Особлива група процесів пов'язана з побічною дією на геохімічний круговорот. У териконах і відвалах порожньої породи золи, шлаку теплоелектростанцій містяться різні солі, сульфіді й інші, нерідко токсичні речовини, які залучаються до «дальньої» міграції, забруднюючи поверхневі, підземні води і повітря (деякі гази, зокрема SO₂, потрапляють в атмосферу у результаті самозагорання залишків каустобіолітів у відвалах). Інтенсивність цієї міграції посилюється відсутністю стабілізуючого рослинного покриття через токсичність і несприятливість фізичних властивостей субстрату, що становить техногенні форми рельєфу. Речовина, вилучена із земної кори, служить джерелом перерозподілу (розсіяння і концентрації) багатьох хімічних елементів по всій земній поверхні.

Які б не були значні масштаби прямого (цілеспрямованого) техногенного переміщення речовини, вони на цілий порядок поступаються техногенним процесам іншого роду, а саме механічній обробці ґрунту – його спущення, перевертання, перемішування. Цим шляхом щорічно «переробляється» не менше $3 \cdot 10^{12}$ т твердої ґрунтової речовини, притому на площі, що становить приблизно десяту частину всієї поверхні суші. Механічна обробка ґрунту, що різко ослаблює зчеплення твердих частинок, в поєднанні із знищенням природного рослинного покриття

призводить до порушення нестійкої гравітаційної рівноваги в орному шарі і розвитку вторинних гравігенних процесів – змиву, лінійної ерозії, дефляції.

На Землі схильні до ерозії не менше 6-7 млн км² (з 15 млн км² оброблюваної площі). Ерозія і дефляція щорічно безповоротно виносять з поверхні суші мільярди тонн ґрунтових частинок. У районах, що інтенсивно еродують, втрати можуть перевищувати 30 т/га за рік. Винесення матеріалу супроводжується утворенням ерозійних і еолових форм рельєфу і акумуляцією наносів в пониженнях і водоймищах. Додатковим чинником механічного переміщення ґрунтового матеріалу і утворення вторинних форм рельєфу служить інтенсивний випас худоби, особливо, в умовах аридного клімату і легкого механічного складу ґрунтів. У багатьох ландшафтах для порушення гравітаційної рівноваги досить знищити природний рослинний покрив. Особливо чутливі до цього гірські ландшафти, де винищування лісів активізує ерозію, обвали, осипи, лавини, селеві потоки. У ландшафтах областей з багатолітньою мерзлотою поштовхом для гравігенних процесів можуть служити різноманітні дії, що порушують теплову рівновагу у верхній частині мерзлої товщі – знищення рослинного покриву, будівництво, спуск теплих стічних вод та ін. Танення льодяної мерзлої товщі веде до утворення термокарстових западин, соліфлюкції, обвалів.

Важлива з погляду функціонального аналізу геосистем особливість гравігенних процесів техногенного походження – їх практично безповоротний характер.

6.2 Зміни вологообороту і водного балансу

Із всіх ланок вологообороту найбільшому цілеспрямованому перетворенню піддається стік; до непрямих змін здатні також випаровування і транспірація. Слід розрізняти дії на процеси формування стоку на водозборах і на, власне, водотоки. Перші безпосередньо зачіпають функціонування геосистем.

Один з найрадикальніших способів перетворення водного балансу наземних геосистем — штучне зрошування, на яке йде не менше 3/4 забраної з річок води. У світі штучно зрошується приблизно 2,2 млн км² (1,5% площі суші). У середньому на 1 га витрачається щорічно 12-14 тис. т³ води (1200-1400 мм).

Частина цієї води витрачається на інфільтрацію та непродуктивне (фізичне) випаровування і лише близько половини транспірується культурними рослинами.

Крім основного очікуваного ефекту — виробництва біомаси (як наслідку інтенсифікації вологообороту і біологічного круговороту речовин), у результаті іригації в тому або іншому ступені зачіпаються й інші, зв'язані функціональні ланки геосистем. У порівнянні з природними умовами у багато разів (у тропіках — до 20 разів) збільшується витрата тепла на випаровування і сильно зменшується його турбулентна віддача в атмосферу. З іншого боку, озеленення поверхні приводить до зменшення альбедо і скорочення ефективного випромінювання так, що в результаті радіаційний баланс зростає. Середня температура повітря ґрунту підвищується, але добова амплітуда зменшується на 10-12°C. Інтенсивна інфільтрація в умовах слабого дренажу може призвести до підняття рівня мінералізованих ґрунтових вод і вторинного засолення. У деяких ландшафтах можливе заболочування, в інших — посилення ерозії.

На богарних орних землях у ландшафтах з нестійким і недостатнім зволоженням (лісостепових, степових) агротехнічні заходи приводять не до таких радикальних, як в оазисах, перетворень стоку і водного балансу, але з широким радіусом дії. Примітивна агротехніка сприяє посиленню поверхневого стоку. Зяблева оранка підвищує інфільтраційну здатність ґрунтів і тим самим запаси ґрунтової вологи, скорочує поверхневий стік і збільшує живлення ґрунтових вод. Лісові смуги перехоплюють весняний стік з полів, затримують сніг, зменшують

непродуктивне випаровування. Травосіяння також збільшує інфільтрацію і скорочує поверхневий стік. Додатковий ефект дає снігозатримання. Аналогічну дію надає терасування схилів. У цілому будь-які заходи з інтенсифікації землеробства і підвищення врожайності (а отже, і транспірування) ведуть до перебудови водного балансу у бік скорочення поверхневого стоку; разом з тим зменшується інтенсивність змиву ґрунтів та ерозії.

У зонах надмірного зволоження основним чинником дії на водний баланс служить осушувальна меліорація. Стік з осушених боліт спочатку, як правило, зростає, але надалі процес може відбуватися по-різному. Високопродуктивні сільськогосподарські угіддя на місці осушених боліт нерідко вимагають періодичного застосування штучного зрошування. У цілому вплив осушувальної меліорації на стік проявляється неоднозначно в різних ландшафтах.

Істотній трансформації піддається водний баланс і водний режим на території міст. Посиленню поверхневого стоку сприяють забудова, штучні покриття, водостоки, прибирання снігу. Відкачування підземних вод і зниження п'єзометричних рівнів на десятки і навіть сотні метрів можуть призвести до зменшення і навіть припинення ґрунтового живлення річок. Підпір ґрунтових вод, створюваний підземними спорудами, і ущільнення ґрунтів викликають підтоплення і затоплення підвалів, конденсацію вологи під будівлями.

Що стосується перетворення гідромережі і руслового стоку, то при сучасному рівні гідротехнічного будівництва це стало звичайною справою.

Зупинимося на ландшафтній ролі штучних водосховищ. Створювані для регулювання руслового стоку (у гідроенергетичних, меліоративних, транспортних та інших господарських цілях) водосховища прямо і непрямо впливають на наземні геосистеми.

Поява водосховища – це перш за все заміна наземних геосистем водним природним комплексом, і така заміна здій-

снена вже приблизно на 0,3% площі суші. Частина цієї площі характеризується своєрідним «земноводним» режимом: під час пониження рівня в меженний період оголюється значна частина площі дна (у рівнинних водосховищ до 50%).

Проблемі впливу штучних водосховищ на навколишню територію присвячені численні дослідження. Відзначаємо лише основні вторинні процеси: переробка берегів (розмивання, активізація осувів, обвали, провали); підпір ґрунтових вод, підвищення їх рівня і підтоплення знижених ділянок, а звідси – заболочування лісів, сільськогосподарських та інших угідь; деяка зміна місцевого клімату (вирівнювання температурного режиму, збільшення вологості повітря, зміна швидкості і напрямку вітру). Ефект цих дій і їх просторові межі залежать від структури прилеглих ландшафтів і від параметрів самого водосховища. Практично значущий кліматичний вплив найкрупніших рівнинних водосховищ відчувається на відстані до 1-3 км від берегів, хоча прилади можуть зареєструвати його на відстані в 10 і навіть 30-45 км. Підтоплення поширюється частіше на сотні метрів або перші кілометри від берегів водосховища.

У нижньому б'єфі водосховища через припинення заплавного режиму часто деградують заплавні геосистеми вздовж десятків і сотень кілометрів. Крім того, дія крупних гідровузлів позначається на віддалених внутрішніх водоймищах, рівень яких знижується внаслідок забору води з річок і водосховищ на зрошування та інші господарські потреби. У водосховищах відкладається частина наносів, внаслідок чого скорочується твердий стік річок, порушується рівновага між надходженням і видаленням твердого матеріалу в гирловій зоні морського узбережжя, відбувається руйнування берегів, скорочується збільшення дельт.

6.3 Порушення біологічної рівноваги і біологічного круговороту речовин. Біота надзвичайно чутлива до людської дії і піддалася найсильнішому перетворенню. Багато біоценозів зазнають перебудови, інші повніс-

тю заміщені штучними співтовариствами. Зміна біоценозів викликає порушення в інших ланках функціонування геосистем. Особливо велике стабілізуюче значення лісів, що підтримують нестійку рівновагу між компонентами в умовах розчленованого рельєфу, багаторічної мерзлоти, екстремального клімату (з недостатністю або надлишком тепла і вологи). Площа лісів на Землі в результаті господарської діяльності скоротилася не менше ніж на 30 млн км² і продовжує скорочуватися. Це зумовило порушення гравітаційної рівноваги і водного балансу в багатьох ландшафтах. Аналогічні наслідки викликає порушення трав'яного і чагарникового покриву, а також мохово-лишайникового (у тундрі), головним чином, через перевантаження пасовищ. Нераціональне скотарство прискорило процес природної аридизації Сахари.

Перетворення рослинного покриву як головної частини біоценозу і продуцента первинної біомаси веде до серйозних порушень геохімічних функцій геосистем. Біологічний метаболізм виконує найважливішу роль у круговороті вуглецю, кисню, азоту, фосфору і ряду інших елементів. Заміна природних біологічних співтовариств культурними, як правило, веде до зменшення загальної біологічної продуктивності і відповідно інтенсивності біологічного метаболізму. З урожаєм культурних рослин щорічно з ґрунту відчужуються сотні мільйонів тонн зольних елементів і азоту. Так, з урожаєм пшениці виноситься (у кг на 1 га): азоту – 70, фосфору – 30, калію – 50, кальцію – 30; з урожаєм картоплі – відповідно 90, 40, 160, 76.

Ґрунт із середнім вмістом мінеральних речовин може бути повністю виснажений у результаті вилучення урожаю протягом 15-150 років. Найбільш нестійкий баланс мінеральних речовин ґрунтів, що формуються в умовах вологого клімату і інтенсивного вилугування, тобто підзолистих і особливо ґрунтів вологих тропічних і екваторіальних лісів. У природних умовах ба-

ланс підтримується лісовою рослинністю, здатною накопичувати величезну фітомасу і здійснювати інтенсивний круговорот речовин. Вирубка лісів, а також корчування пнів, знищення підстилки ведуть до вилучення з локального круговороту великої кількості азоту, кальцію, фосфору та інших елементів і до виснаження ґрунту.

З метою компенсувати нестачу елементів мінерального живлення рослин застосовуються хімічні добрива. Проте внесення в ґрунт добрив не може заповнити всі втрати. У деяких сильно еродованих районах з полів змивається в 100 разів більше азоту, калію і фосфору, ніж вноситься з добривами. Крім того, оскільки добрива не можуть повністю засвоюватися рослинами, до 40—50 % кількості (що становить десятки і навіть сотні кг/га), що вноситься в ґрунт, вимивається з полів і залучається до неконтрольованої водної міграції.

Особливі проблеми виникають у зв'язку із все більшим застосуванням пестицидів. Потрапляючи в харчові ланцюги, вони прогресуючим чином накопичуються у тканинах організмів у міру переходу від нижчих ланок ланцюга до вищих. Ця властивість визначає можливість їх поширення (наприклад, в організмі птахів) далеко за межі тієї ділянки, де вони були застосовані.

Багато рослин характеризуються виборчою здатністю до поглинання тих або інших техногенних речовин, зокрема радіоактивних (лишайники, наприклад, здатні захоплювати їх безпосередньо з повітря), і тим самим сприяють подальшій передачі їх харчовими ланцюгами або накопиченню в геосистемах.

Найглибші зміни функцій геосистем, викликані порушенням біологічної рівноваги і біологічного круговороту речовин, виявляються в локальних масштабах. Проте деякі непрямі наслідки подібних порушень можуть поширюватися на обширніші простори через стік, транспортування і акумуляцію наносів, трофічні зв'язки і водну міграцію хіміч-

них елементів.

6.4 Техногенна міграція хімічних елементів у геосистемах. Техногенний геохімічний круговорот – один із найбільш специфічних і важко контрольованих проявів сучасного втручання людини у функціонування геосистем. У процесі виробництва створюються тисячі нових сполук, багато з яких у природних умовах не утворюються. Частина з них призначена для цілеспрямованої дії на природне середовище (добрива, пестициди), але більшість вводиться в геохімічний круговорот ненавмисно – у вигляді відходів виробництва, використаних промислових виробів. Серед елементів земної кори, залучених у техногенний круговорот, на першому місці стоїть вуглець, далі слідує Ca, Fe, Al, Cl, Na, S, N, P, Do, Ci, Zn та ін.

Багато техногенних елементів розпочинають міграцію у повітряному середовищі. Основну масу викидів в атмосферу становить діоксид вуглецю CO_2 (не менше 10-15 млрд т щорічно) – головний продукт спалювання палива: його супроводжують інші гази – оксид вуглецю CO (основне джерело надходження – двигуни внутрішнього згорання, а також нафтопереробні підприємства), сірчистий ангідрид SO_2 (утворюється при спалюванні і переробці нафти та вугілля, сланців, виплавці кольорових металів, виробництві сірчаної кислоти, цементу, целюлози і т.д.), оксиди азоту, вуглеводні (ті й інші в основному входять до складу вихлопних газів автомобілів) та ін. Окрім газів, в атмосферу потрапляють тверді продукти згорання палива і пил, що надходить з багатьох галузей промисловості (цементної, вугільної, абразивної та ін.), а також пиловими бурями. Головний компонент пилу – кремнієвий ангідрид SiO_2 , крім того, у ньому можуть знаходитися Pb, Zn, As, Ni, Co, Sb та ін. Крупні пилові частинки підіймаються лише на сотні метрів і досить швидко осідають під дією сили тяжіння. Невеликі частинки вимиваються атмосферними опадами або місяцями знаходяться в зваженому стані, а найдрібніші (<1 мкм) поширюються майже по всій тропосфері і впродовж років

не випадають на поверхню.

Через рухливість повітряного середовища атмосферні забруднення (зокрема радіоактивні) здатні поширюватися на тисячі кілометрів. Частина повітряних мігрантів потрапляє в ґрунт, розчиняється в поверхневих і ґрунтових водах, залучається до харчових ланцюгів, деякі з них поглинаються безпосередньо водами Світового океану, інші переходять у водну ланку круговороту з атмосферними опадами, виносяться з річковим стоком в океан, де закінчують свою міграцію.

Серед техногенних повітряних мігрантів найбільше фізико-географічне значення може мати діоксид вуглецю. За деякими даними, його концентрація в атмосфері зростала лише за одне десятиліття на 13 %. Щодо балансу CO_2 в атмосфері поки що багато залишається нез'ясованим. Відомо, що частина її надлишку розчиняється у водах океану (але поглинають її тільки холодні води, тоді як теплі – виділяють). Крім того, підвищення концентрації вуглекислоти в повітрі стимулює фотосинтез, і можна очікувати посилення її вилучення у міру збільшення інтенсивності землеробства. З підвищенням парціального тиску CO_2 пов'язане також збільшення її концентрації в поверхневих водах (що знаходить локальний прояв у посиленні розчинної дії водних розчинів на вапняк, доломіт, а також на бетон). Основний передбачуваний глобальний ефект зростаючої концентрації CO_2 в атмосфері – це її можливий вплив на тепловий баланс Землі (див. нижче).

Оксид вуглецю через свою легкість поширюється по всій товщі тропосфери. Його середня концентрація незначна, але локально (у великих містах) може зростати в 200-300 разів. Деяка частина CO поглинається водами океану або окиснюється в озоновому шарі атмосфери до CO_2 .

Сірчистий ангідрид шкідливо впливає на деревну рослинність (з ним пов'язують, зокрема, масову за-

гибель ялиці у деяких районах Західної Європи). Лишайники гинуть вже при концентрації SO_2 0,01-0,02 на 1 млн. Згубний вплив SO_2 позначається також на ґрунтових мікроорганізмах. На частинках диму сірчистий ангідрид каталітично окиснюється до сірчаного ангідриду SO_3 , який, розчиняючись у воді, перетворюється на сірчану кислоту, яка виділяється з опадами («кислотні дощі»).

Ефект атмосферних забруднень найінтенсивніше виявляється в безпосередній близькості від їх джерел, головним чином у великих містах і промислових центрах. Під дією сірчаної кислоти стіни будівель піддаються хімічному вивітрюванню, у результаті якого утворюється порівняно легко розчинний гіпс. Смог, що утворюється над містами, містить сотні різних сполук, нерідко небезпечних для здоров'я (зокрема канцерогенних). Смог зменшує надходження сонячної радіації (особливо її ультрафіолетової частини) на 30-40 %, а підвищений вміст ядер конденсації і сублімації в повітрі викликає локальне збільшення хмарності та опадів (на 5-10 %) і особливо туманів.

Більшість техногенних викидів проходить через водний цикл міграції. Деякі з них потрапляють безпосередньо в річки і водоймища через каналізацію. Це переважно промислові і побутові стоки, які відносно легко враховувати і контролювати. У промислових водах містяться різні кислоти, феноли, сірководень, аміак, ртуть, свинець, фтор, миш'як, кадмій та деякі інші токсичні речовини, відпрацьовані технічні масла, нафтопродукти. З побутовими стоками в річки і водоймища потрапляють детергенти, які характеризуються високою біохімічною активністю і створюють рясну піну. Чинниками прямого забруднення водотоків і водоймищ служать також водний транспорт і мілевий сплав.

Крім вказаних причин забруднення вод існують значно складніші і такі, що важче піддаються вимірюванню і контролю шляхи водної міграції різних господарських і побутових викидів. Джерелами їх служать

сільськогосподарські землі (зокрема зрошувані), забруднені добривами і отрутохімікатами, тваринницькі ферми і пасовища, рекреаційні угіддя, відвали і терикони, звалища промислових і побутових відходів. З цих джерел різні органічні і мінеральні речовини (серед них є хімічно дуже активні і часто токсичні) залучаються до водної міграції за допомогою площинного змиву (переважно талими сніговими і зливовими водами), а також інфільтрації. До цього слід додати ту частину атмосферних мігрантів, які осідають у вигляді пилу або в розчиненому вигляді з атмосферними опадами, про що вже згадувалося раніше. Площинні стоки важко локалізувати та ізолювати від біологічного круговороту на суші, тому частина техногенних водних мігрантів може бути залучена в біологічний метаболізм.

Природними колекторами забруднених поверхневих і ґрунтових вод, як і каналізаційних, є річки, внутрішні водоймища і моря. Деяка частина забруднюючих речовин накопичується на річковому дні, але основна функція рік – транзитна. Завдяки проточності рік їх забруднення – процес оборотний. У річковій воді відбувається часткове самоочищення: частина органічних домішок руйнується і мінералізується у результаті життєдіяльності мікроорганізмів і водоростей.

У гіршому положенні внутрішні водоймища, що характеризуються сповільненим вологооборотом (усереднена швидкість вологообороту біля озер Землі в 230 разів менше, ніж біля річок). Тому в озерах і водосховищах умови самоочищення значно гірші, ніж в річках, в багатьох з них різко змінився гідрохімічний і гідробіологічний режим, деякі з них перетворилися на «мертві водоймища». За останні десятиліття значно поширилося явище техногенної евтрофікації водоймищ, обумовлене збільшенням концентрації у воді азоту і особливо фосфору.

Кінцева ланка водної міграції техногенних викидів – Світовий океан. Його прогресуюче забруднення обумов-

лене не тільки речовинами, що надходять з річковим стоком, але і безпосередніми викидами нафтопродуктів (при аваріях на танкерах і нафтопромислах) і промислових відходів, а також техногенними опадами з атмосфери. Процес забруднення океану в основному необоротний. Глобальне географічне значення цього процесу визначається визначною роллю Світового океану у формуванні структури всієї епігеосфери, її теплового балансу, вологообороту, газообміну. Так, утворення нафтової плівки призводить до порушення газового, теплового і водного обміну океану з атмосферою.

Поведінка елементів, що беруть участь у техногенній міграції, умови їх накопичення або видалення з геосистем залежать від характеру останніх. Наведемо лише декілька прикладів. Замкнуті улоговини (зокрема внутрішньогірські) сприяють формуванню стійких вогнищ атмосферного забруднення. Температурні інверсії, штили, тумани також сприяють концентрації техногенних викидів в атмосфері. Слабкі дощі ефективніше осаджують атмосферні домішки, ніж зливи. Клімат впливає на утворення різних типів смогу. Негативні дії атмосферних забруднень на рослинність посилюються при сильній освітленості, підвищеній вологості повітря і помірній температурі, оскільки за цих умов відкриваються продиhi листя.

Суттєве значення мають ґрунти. Кислі ґрунти, наприклад, інтенсивніше акумулюють різні шкідливі сполуки, ніж нейтральні. Високий вміст кальцію в ґрунті сприяє скороченню винесення різних елементів (зокрема, що містяться в хімічних добривах). Токсичні речовини швидше видаляються з фацій, що формуються на легкому сухому субстраті із слабо розвиненою підстилкою. Пестициди в умовах холодного клімату з тривалою зимою, в ґрунтах кислих і гумусованих розкладаються повільніше, ніж у теплому кліматі і в ґрунтах лужних і малогумусних. Велику роль у техногенному геохімічному круговороті виконують рослини-

концентратори окремих елементів.

6.5 Зміни теплового балансу

Різноманітний техногенний вплив на тепловий баланс земної поверхні і атмосфери має ненавмисний характер і є побічним результатом господарської діяльності. Техногенні енергетичні чинники можна розділити на чотири групи.

1. Перетворення підстилаючої (субаеральної) поверхні. Сюди слід віднести вирубування лісів, створення оазисів, осушення боліт, створення водосховищ і штучних покриттів у містах, запилення поверхні снігу і льоду, утворення нафтової плівки в океанах та ін. Усі ці чинники впливають на радіаційний і тепловий баланс через зміну відбивної здатності і випаровування. Локальний, рідше регіональний (на нижніх ступенях) ефект буває досить істотним, наприклад, оазисів, що вже наводився. Створення водосховищ приводить до деякого збільшення радіаційного балансу, причому в гумідних районах основна частина цього приросту витрачається на турбулентний обмін з атмосферою, а в аридних – на випаровування. Осушувальні меліорації ведуть до збільшення потоку тепла від земної поверхні в атмосферу. У містах на тепловий режим впливає різке скорочення випаровування і акумуляція сонячного тепла каменем, бетоном, цеглою, асфальтом.

2. Викиди тепла в атмосферу у результаті виробництва енергії. Вся енергія, що виробляється, врешті решт перетворюється на тепло і розсіюється в просторі, причому не менше 2/3 енергії, що міститься в споживаному паливі, не використовується у виробництві через низький ККД і безпосередньо йде в атмосферу у вигляді тепла. Одним із джерел тепла служить нагріта вода, використовувана для охолодження на теплових і атомних електростанціях. Глобальний ефект всього техногенного тепла може бути виражений підвищенням середньої температури повітря біля земної поверхні приблизно

на $0,01^{\circ}\text{C}$, але в розвинених індустріальних країнах і районах цей ефект повинен бути значно сильнішим. У великих містах кількість тепла, що викидається в атмосферу, дорівнює величині сумарної сонячної радіації або навіть перевищує її.

3. Збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері. Роль цього чинника служить предметом дискусій. Багато авторів надають йому особливо велике значення, оскільки він повинен підсилювати парниковий ефект і, отже, вести до прогресивного підвищення температури повітря в глобальних масштабах. Проте цей процес повинні супроводжувати деякі процеси з протилежним температурним ефектом (зокрема, зміна хмарності). Крім того, до цього часу відсутні надійні способи кількісної оцінки балансу CO_2 в атмосфері.

4. Збільшення вмісту аерозолів в атмосфері. Запорошеність повітря сприяє утворенню хмар і підвищує величину відбитої сонячної радіації, але в той же час пилові частинки поглинають довгохвильове випромінювання і тим самим підсилюють парниковий ефект. Співвідношення цих протилежних тенденцій ще не досить зрозуміле.

Сумарний тепловий ефект техногенних чинників найвідчутніше виявляється в локальних масштабах, особливо в містах, де діють всі чотири групи чинників, причому визначальне значення має безпосередній викид тепла. У результаті середні річні температури у великих містах на $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ вище, ніж на околицях, зимові можуть бути вищими на $6\text{--}7^{\circ}\text{C}$, а мінімальні – на ще більшу величину. Постійне надходження техногенного тепла в атмосферу повинне було б викликати підвищення температури повітря у великих містах на десятки градусів, але циркуляція повітряних мас рятує міста від перегріву і згладжує локальні контрасти в тепловому балансі. Але тим самим кумулюється дія окремих техногенних вогнищ, і створюється глобальний ефект.

Існують припущення, згідно з якими при сучасних темпах зростання виробництва енергії через 150 років серед-

ня температура може підвищитися більш ніж на 3°C, що приведе до танення льодовикових покривів і підвищення рівня Світового океану. Проте подібні прогнози поки ненадійні, оскільки кількісна оцінка різних складових техногенної дії на тепловий баланс дуже неточна і часто суперечлива; механізм виникаючих при цьому атмосферних процесів, зокрема зворотних зв'язків, не вивчений; нарешті, ми ще погано знаємо характер кліматичних коливань, що відбуваються через природні причини, унаслідок цього важко відділити техногенний внесок у тенденції зміни терміки атмосфери.

Частина II Ландшафтна екологія

Розділ 7 Ландшафтна екологія як наука

7.1 Природні системи. Ландшафтний та екологічний підходи до їх аналізу

Поняття природної системи. Під природною системою розуміють певну множину елементів природного походження, існуючі зв'язки між якими зумовлюють прояв природи в таких якостях та реалізацію нею таких функцій, які без взаємодії елементів були б неможливими.

Природні системи надзвичайно різноманітні. Серед них виділяються такі, до складу яких входять елементи з усіх компонентів природного середовища, а саме: маси земної кори, атмосфери, поверхневих та ґрунтових вод, ґрунту, рослинного, тваринного світів та мікроорганізмів. До цього класу природних систем, які можна назвати полігеокомпонентними, належать: геосистеми – предмет сучасного ландшафтознавства (вчення про геосистеми), екосистеми – предмет екології, біогеоценози – предмет біогеоценології. На планетарному рівні полігеокомпонентні системи вивчають загальне землезнавство (предметом його вивчення є географічна оболонка) та глобальна екологія (її предмет – біосфера).

Ландшафтна екологія досліджує полігеокомпонентні природні системи переважно топічного та регіонального рівнів (у діапазоні масштабів 10^{-1} – 10^5 км²).

Історично склалися два основні наукові підходи до пізнання таких систем – ландшафтний та екологічний. Результатом їх синтезу і став ландшафтно-екологічний підхід.

Ландшафтний підхід – концепція природного територіального комплексу. Для ландшафтного підходу до дослідження природної реальності характерне уявлення простору як сукупності територіальних одиниць, у межах яких компоненти природного середовища (геокомпоненти) протягом тривалого розвитку пристосувались один до одного, тісно взаємозв'язані і являють собою єдине ціле. Як ціле реагують вони і на зовнішні впливи, зокрема антропогенні. Такі територіальні одиниці в класичному ландшафтознавстві називаються природними територіальними комплексами (ПТК), а за термінологією школи В. Б. Сочави – геосистемами.

Характерною особливістю концепції ПТК-геосистеми є акцентація на територіальності цих систем. ПТК сприймається ландшафтознавцем насамперед як певна ділянка земної поверхні, яка виділилась у процесі тривалого взаємопристосування геокомпонентів і відрізняється від інших таких ділянок якісним складом геокомпонентів та характером зв'язків між ними. Територіальність ландшафтного підходу зумовила розвиненість картографічних методів у його методичному арсеналі.

Важливою ознакою ландшафтного підходу є положення про ієрархічність ландшафтно-територіальної структури. Виходячи з цього, виділяються ПТК різних рангів – від елементарного (далі неподільного) до більш складних, аж до географічної оболонки в цілому. Обґрунтовано таксономічний ряд ПТК та критерії виділення ПТК різних рангів. В екології ця проблема практично не розроблялася.

Для ландшафтознавства, особливо радянського періоду, при аналізі взаємозв'язків між геокомпонента-

ми властива значна увага до генетичної суті ПТК (характерне, наприклад, намагання встановити, який ґрунт пов'язаний із даною геологічною породою в умовах певного клімату і чому; чому саме це рослинне угруповання росте на даному ґрунті, а не на іншому і т.п., при цьому тривалий час питання «а в який саме спосіб цей зв'язок реалізується в сучасних умовах» ландшафтознавці розглядали як другорядне). Оскільки генезис ПТК багато в чому визначається його геологічною будовою та рельєфом, аналіз геолого-геоморфологічних особливостей ПТК набуває особливого значення.

У сучасному ландшафтознавстві проявляється значний інтерес до динаміки геосистем. Багато теоретичних концепцій та методів їх дослідження були запозичені з екології (концепції клімаксу, сукцесійних рядів, методи ординації), проте ці положення зазнали суттєвої трансформації і фактично є ландшафтно-екологічними. Характерною особливістю власне ландшафтного підходу до аналізу динаміки є дослідження фізико-географічних процесів та їх ролі в зміні ПТК. Більше уваги приділяється фізичним процесам (стоку, транспірації, тепловим потокам), якими займається геофізика ландшафту, а також міграції-акумуляції хімічних (геохімія ландшафту). Біопродукційні процеси вивчаються переважно не з процесного, а з просторового погляду.

Слід акцентувати увагу на принциповій особливості концепції ПТК-геосистеми. Хоч переважна частина ландшафтознавців і визнає неоднаковість значення різних геокомпонентів у формуванні та динаміці геосистеми, проте жодного з них не розглядають як її деякий центр. Модель геосистеми поліцентрична (додаток А, рис.А.8), у ній немає ядра, на яке впливали б усі інші компоненти, що розглядаються як його периферія.

Екологічний підхід – концепція екосистеми. Під екологічним сприймається декілька різних підходів, які

відрізняються між собою залежно від того, що розуміється під екологією та її предметом. Певної визначеності в цьому питанні, як це було до 70-х років XX ст. (екологія — наука про взаємозв'язки живих організмів з навколишнім середовищем; її предмет — екосистема), уже немає. Значна частина науковців, а надто громадськість, під екологією, екологічним підходом розуміють вирішення всього комплексу питань, пов'язаних із взаємодією людини з навколишнім середовищем, включаючи правові, інженерно-технологічні, етичні та багато інших аспектів цієї проблеми. Екологія при цьому уявляється не як цілісна наука, а як деяка ідеологія, принцип, який має пронизувати всі науки та сфери людської діяльності. Термін «екологія» в такому трактуванні витіснив громіздке словосполучення «раціональне використання, збереження та охорона природи», навіть змістовно ширший за нього, а екологічний підхід, який базується на такому розумінні екології, близький до природоохоронного при широкому розумінні охорони природи.

Такий підхід можна назвати еколого-природоохоронним. Він має бути атрибутом більшості природничих та гуманітарних наук, і його основна мета полягає в розробленні конкретних рішень, які за певних господарських, технологічних та інших дій суспільства унеможливлювали б порушення рівноваги природних систем, знаходилися б у відповідності до загальних природних закономірностей. При еколого-природоохоронному підході ці закономірності враховуються, проте в широкому теоретичному плані спеціально не досліджуються.

Це завдання вирішується в рамках науково-екологічного підходу, який ґрунтується на концепції екосистеми. Як і геосистему, її складають ті самі геокомпоненти, проте в більшості визначень екосистеми явно або посередньо вказується на те, що один з геокомпонентів

відіграє в ній роль центра («хазяїна»), а решту розглядають як його периферію («дім», «середовище»), тобто як компоненти, вплив яких на «центр» екосистеми визначають його стан і взагалі можливість існування. На відміну від моделі геосистеми класична модель екосистеми моноцентрична (додаток А, рис.А.8).

Залежно від мети дослідження в ролі «центра» екосистеми виступають різні компоненти, причому не тільки природного середовища (виділяють, наприклад, екосистему міста). Проте для екологічного підходу характерний біоцентризм, тобто виділення та аналіз екосистем, центром яких є представники виду (аутекологічний підхід), певна популяція (популяційно-екологічний підхід) або ж сукупність організмів різних видів (синекологічний підхід). Концептуальний зміст моделі екосистеми не зміниться, якщо в її центрі поставити не біокомпонент, а будь-який інший, наприклад, ґрунт. У цій можливості криється значний методологічний потенціал екосистемної моделі.

У моно- та поліцентричності ряд дослідників вбачають принципову різницю відповідно між еко- та геосистемами. З таким твердженням, висловленим японським ученим М. Нумата (1966), а згодом і В. С. Преображенським, можна було б погодитись, якби сучасні екологічні дослідження й надалі ґрунтувалися на моноцентричній моделі екосистеми. Але з широким розвитком експериментальних екологічних досліджень, імітаційного моделювання екологія вийшла з рамок класичної моноцентричної моделі. І хоч біоцентричні традиції екологічного підходу до аналізу природних систем зберігаються, сучасні уявлення екологів щодо принципової структури екосистеми близькі до концепції геосистеми.

Характерною особливістю екосистеми є її позаранговість. Як екосистему можна розглядати і окрему краплину води, і озеро, і територію з невизначеними межами,

яку займає певна популяція. З цією особливістю пов'язана другорядність територіального аспекту в екологічному аналізі. Для нього більш важливим є не межі та розміри екосистеми, а процеси, які в ній відбуваються. При цьому значна увага приділяється біотичним процесам, а з абіотичних аналізуються переважно ті, що безпосередньо пов'язані з «центром» екосистеми. Зв'язки між елементами, що належать до периферії екосистеми, нерідко нехтуються. При аналізі компонентів екосистеми акцент робиться не стільки на їх властивостях, генезисі, будові, скільки на функціях, які вони відіграють в екосистемі. Пріоритет функціонального аспекту аналізу екосистеми визначає і способи її декомпозиції на структурні частини (продуценти – консументи – редуценти та ін.), зв'язки між ними (трофічні, *консортивні** та ін.), вибір параметрів, які описують екосистему, тощо.

7.2 Ландшафтно-екологічний підхід. Визначення ландшафтно-екології

Інтеграція ландшафтного та екологічного підходів. Інтеграція різних наук або наукових підходів виправдана і врешті-решт відбувається при виконанні трьох умов: принципової можливості інтеграції, її доцільності та приблизно однаковим рівнем розвитку та ступенем загальності контактуючих наук.

Принципова можливість інтеграції ландшафтного та екологічного підходів в один – ландшафтно-екологічний – зумовлена спільним об'єктом аналізу (полігеокомпонентні природні системи), близькістю базових концепцій (гео- та екосистеми), спільними принциповими науковими завданнями (пізнання взаємодії компонентів природи між собою та з людиною), спільністю основних завдань прикладної орієнтації (обґрунтування рішень з оп-

* консорція (від лат. consortium – спільність, співучасть) – система різнорідних організмів, що тісно пов'язані між собою завдяки своїй життєдіяльності з одним із індивідумів або цілою популяцією будь-якого виду рослин чи тварин

тимізації взаємодії суспільства і природних систем), подібністю багатьох методів досліджень.

Доцільність інтеграції. Інтеграція доцільна в тому випадку, коли в кожній з контактуючих наук є коло питань, розроблення яких однією наукою напштовхнулася на труднощі, тоді як в іншій науці для вирішення цих питань розроблено ефективні концептуальні та методичні підходи. Саме таких питань багато і в ландшафтознавстві, і в екології. В екології це насамперед питання просторового аналізу, які в цій науці майже не розглядались, а ландшафтознавство тут має багаті традиції. Для ландшафтознавства «кризовими» є теоретичні питання динаміки геосистем, до розв'язання яких необхідно залучити концепції екології. Загалом у екології та ландшафтознавстві є багато взаємодоповнюючих концепцій, теоретичних положень, методів, із синтезом яких пов'язане формування теоретичного базису ландшафтної екології.

Однаковість ступеня розвитку контактуючих наук – також необхідна умова їх інтеграції, інакше менш розвинута наука просто поглинається більш розвинутою. Екологія та ландшафтознавство виникли майже одночасно (концепцію екосистеми запропонував *А. Тенслі*⁵¹ в 1935 р. а оформилась вона у 50-х роках; концепцію ландшафту вперше науково сформулював Л. С. Берг у 30-х, а в 50-х вона набула теоретичного завершення) і далі вони розвивалися в цілому синхронно. І хоч у різних країнах співвідношення між ними може бути різним, у світовій науці стан розвитку ландшафтознавства та екології, можна вважати, знаходиться на однаковому рівні. Інша річ – ступінь обізнаності широкої громадськості із завданнями та ідеями цих наук. Популярність екології в суспільстві значно вища, ніж ландшафтознавства. Проте це не перешкоджає інтеграції цих наук.

Ландшафтна екологія є продуктом часткової інтеграції ландшафтознавства та екології. Вона використовує лише певну частину їх теоретичних положень, підходів,

які при взаємодії досить суттєво трансформуються. Це зумовлює формування оригінального концептуально-теоретичного базису самостійної науки – ландшафтно-екології на стику ландшафтознавства та екології, які залишатимуться самостійними науками із своїми теоретичними концепціями та методами.

Особливості ландшафтно-екологічного підходу.

Ландшафтно-екологічний підхід поряд із особливостями, успадкованими від ландшафтознавства (територіальність, поліцентризм моделі геосистеми тощо) та екології (концепція сукцесії, методи ординації, моноцентризм моделі екосистеми тощо), має і власні особливості. Як і в цих наук, об'єктом ландшафтно-екології є полігеокомпонентні природні системи. Проте при їх дослідженні вона значно ширше користується наслідками загальнонаукового принципу доповнюваності. Згідно з цим принципом всебічне пізнання складного об'єкта чи явища досягне за умови дослідження його з різних проєкцій (різними моделями), звести які до однієї принципово неможливо.

Досліджуючи природну реальність, ландшафтна екологія не спрощує її до моделі якогось одного типу (гео- чи екосистеми), а виходить з того, що певне наукове чи практичне завдання визначає оптимальний спосіб декомпозиції природної системи (її поділу на елементи і структурні частини), що приводить до множинності типів і структур. *Розуміння і дослідження геосистеми як системи поліструктурної – центральна методологічна установка ландшафтно-екологічного підходу.* Сучасне ландшафтознавство та екологія також користуються наслідками принципу доповнюваності, проте такого значення, як у ландшафтній екології, він не набув.

Концепції гео- та екосистеми мають свої переваги – уявлення про геосистему більш наближене до природної реальності; концепція екосистеми дуже зручна при ви-

рішенні багатьох конкретних питань. А тому ландшафтна екологія у своїх дослідженнях *використовує і полі- (геосистемний) і моно- (екосистемний) підходи*. Причому на відміну від екології в центр екосистемної моделі можна ставити не тільки біотичні, а й інші компоненти.

Ландшафтній екології притаманний *акцент на процесному, функціональному аналізі геосистем*. Останні сприймаються насамперед не як деякі об'єми або території, специфічні за складом елементів та своєю будовою, а й як об'єми та арени, насичені різними динамічними процесами, що взаємодіють між собою і з зовнішнім середовищем. За специфікою цих процесів і виділяються геосистеми.

Суттєвою рисою ландшафтної екології є *центрованість на проблему взаємодії людини з природними системами*.

Визначення ландшафтної екології. *Карл Троль⁵², який у 1939 р. вперше ввів термін «ландшафтна екологія», розумів під нею поєднання ландшафтно-просторового аналізу і дослідження взаємозв'язків між природними компонентами, які відбуваються в межах елементарної територіальної одиниці (екотопу). З того часу розуміння цієї науки суттєво розширилось, і на цей час ландшафтна екологія визначається як наука, погранична між екологією та ландшафтознавством, яка використовує їх теоретичні концепції та методи при дослідженні територіальних природних систем топічного та регіонального рівнів.*

Поряд з терміном «ландшафтна екологія» існує також термін «геоекологія». В англomовних країнах користуються майже виключно першим (Landscape Ecology), в Німеччині, Швейцарії – обома (Landschaftsökologie, Geoökologie), що також поширено в лі-

тературі слов'яномовних країн. Фактично обидва ці терміни фіксують одну науку (К. Троль використував їх як рівнозначні; як синоніми подані вони і в тлумачному словнику термінів «Охорона ландшафтів», підготовленому міжнародним колективом географів східноєвропейських країн). Проте термін «ландшафтна екологія» набув більшого вжитку, зафіксований у назвах міжнародних асоціацій і регулярних конференцій. До того ж він більш конкретний і досить точно відповідає змісту науки, визначення якої було наведено раніше.

Короткий нарис з історії ландшафтної екології. Думки щодо доцільності інтеграції екологічного та комплексно-географічного підходів у рамках єдиної науки були висловлені майже разом з появою екології та ландшафтознавства. Ще в 1911 р. Х. К. Коулс пропонував інтегрувати концепцію В. Девіса про ерозійні цикли та екологію Ф. Клементса в науку «фізіографічна екологія». У цей же час у Європі ландшафтно-екологічні дослідження виконували представники швейцарської геоботанічної школи («хорологічна екологія» *Е. Рюбеля*⁵³). В Росії Л. Г. Раменський у 30-ті роки обґрунтував концепцію екотопології, або екології земель, у якій досить органічно зближені основні положення екології та ландшафтознавства. На жаль, ці його ідеї свого часу лишались маловідомими. Натомість більший інтерес викликала стаття німецького географа К. Троля (1939), у якій вперше запропоновано термін «екологія ландшафту», хоч визначення цієї науки та її зміст у тій праці були лише окреслені.

У повоєнні роки зусиллями К. Троля ідеї ландшафтної екології значно поширилися спочатку в німецькомовних країнах, а з 60-х років і по всій Європі. Особливо ґрунтовно ландшафтно-екологічні (геоекологічні) дослідження розвивалися в Німеччині

(Е. Нееф, Г. Ріхтер, Г. Хаазе, Г. Ноймайстер, К. Троль та ін.). У концептуальному і особливо в методичному базисі геоєкології німецьких вчених співвідношення між ландшафтним та екологічним підходами було явно на користь першого.

Більш збалансованими виявились теоретичні засади вчення про геосистеми, розвинутого В. Б. Сочавою. Він розумів цю науку як результат зближення ландшафтознавства та екології на базі системного підходу, ввів у ландшафтознавство ряд важливих концепцій екології (клімаксу, ординації, сукцесії). Віддаючи перевагу терміну «вчення про геосистеми», В. Б. Сочава (1978) визнавав практично повний збіг з нею ландшафтної екології західних географів.

Важливого значення для широкого розповсюдження та популяризації ідей ландшафтної екології серед практиків та осіб, що приймають рішення, були праці голландського вченого А. П. А. Вінка (1968, 1983 та ін.). Він вважав ландшафтну екологію результатом взаємодії географії та екології у вирішенні практичних питань раціональної організації території, регіонального та місцевого управління. Чітко висловлене А. П. А. Вінком положення про ландшафтну екологію як науку прикладної спрямованості знайшло відгук у агроєкологів, біогеографів, ґрунтознавців та інших фахівців, які почали широко використовувати ландшафтно-екологічні концепції та методи у своїй практичній діяльності.

З 80-х років минулого століття ландшафтно-екологічні дослідження значно поширилися в Європі, Північній Америці, Японії, Індії, Бразилії та інших країнах. Було організовано багато кафедр ландшафтної екології, видано університетські підручники (серед найбільш популярних слід назвати підручники З. Наве, А. Лібермана, 1983; Р. Формана, М. Годрона, 1986),

проведено численні міжнародні симпозиуми та конференції, організовано міжнародні (світову та європейську) асоціації ландшафтних екологів, почали виходити періодичні видання, присвячені виключно ландшафтно-екологічній тематиці.

У 80-ті роки ХХ століття ідеї ландшафної екології знаходять підтримку у науковців України в окремих наукових публікаціях (П.Г. Шищенко «Ландшафтно-экологические принципы проектирования природно-технических мелиоративных систем», 1985) та збірниках наукових публікацій. У 1993 році у монографічному дослідженні *М.Д. Гродзинського*⁵⁴ та П.Г. Шищенка «Ландшафтно-екологічний аналіз у меліоративному природокористуванні» викладено суть, принципи та методи ландшафтно-екологічних досліджень проблем меліоративного природокористування.

Еколого-географічні дослідження в Україні успішно розвиваються в інституті географії НАН України, Львівському, Чернівецькому, Харківському, Таврійському університетах.

У 1993 році М.Д. Гродзинським опубліковано один з перших підручників з ландшафтної екології у країнах Східної Європи, в якому викладені загальні положення та концепції ландшафтної екології і її структурних підрозділів: топічної, процесної, хорологічної, факторіальної та динамічної ландшафтної екології.

У 1995 році М.Д. Гродзинським опублікована монографія «Стійкість геосистем до антропогенних навантажень», в якій розкриті основні механізми забезпечення стійкості геосистем, розглянуті питання оцінювання та аналізу стійкості геосистем України для вирішення важливих ландшафтно-екологічних проблем.

У 1995 році *В.М. Гуцуляк*⁵⁵ опублікував навчальний посібник «Ландшафтно-геохімічна екологія», в якому розкрито суть, принципи та методи ландшафтно-геохімічного підходу в ландшафтно-екологічних дослідженнях.

У 2002 р. вийшов навчальний посібник В.М.Гуцуляка

«Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект».

У 2007 р. виходить навчальний посібник «Ландшафт-на екологія» (Давиденко В.А., Білявський Г.О., Арсе-нок С.Ю.).

В Україні при ВНЗ створені кафедри ландшафтної екології, функціонує всеукраїнське товариство ландшафтних екологів, ідеї та прикладні завдання ландшафтної екології широко реалізуються в науці і практиці господарювання.

7.3 Геосистема як предмет ландшафтної екології

Становлення концепції геосистеми. З 60-х років ХХ ст. у фізичній географії та екології великої популярності набув системний підхід. Предмети своїх досліджень (ПТК та екосистеми) географи та екологи почали трактувати як системи, знаходити їх системні властивості і описувати в термінах системного підходу. Щоб підкреслити системний характер предмета ландшафтознавства – ПТК, В. Б. Сочава у 1963 р. ввів термін «геосистема». Під нею він розумів ПТК, але як об'єкт, який має всі основні властивості систем і тому має досліджуватись насамперед як система. Між терміном «геосистема» в такому трактуванні і ПТК принципової різниці немає. За В. Б. Сочавою, геосистема являє собою «особливий клас керованих систем; земний простір усіх розмірностей, де окремі компоненти природи знаходяться в системному зв'язку один з одним і як певна цілісність взаємодіють з космічною сферою та людським суспільством».

Хоча дефініцію геосистеми В. Б. Сочава сформулював надто загально, з його праць чітко визначаються ключові позиції концепції геосистеми, яку розвивали його численні послідовники. Основні положення цієї концепції:

- геосистема – матеріальний об'єкт; її складають природні елементи, а антропогенні та людина розглядаються як зовнішнє середовище;

- геосистемою вважається як елементарна ландшафтна одиниця (фація), так і геосфера в цілому;

-геосистема виділяється як об'єм простору, у межах якого геокомпоненти мають специфічний характер усіх типів зв'язків;

-геосистема – категорія динамічна і проявляється за деякий проміжок часу.

Важливий імпульс для розвитку концепції геосистеми дав вихід у 1971 р. книги Р. Чорлі та Б. Кеннеді «Фізична географія: системний підхід». У ній було проголошено ідею про множинність типів систем, які мають бути предметами фізико-географічного аналізу. До цих типів вони віднесли системи морфологічні, каскадні, системи типу «процес – відгук», керовані (контрольовані). Геосистеми в трактуванні школи В. Б. Сочави за цим поділом належать до типу морфологічних. Натомість М. О. Гвоздецький (1973) та К. М. Дьяконов (1975) запропонували вважати за геосистеми території, в межах яких діє односпрямований потік певної речовини, наприклад води, тобто надавали їм тільки каскадного змісту. Як геосистеми в такому трактуванні розглядаються окремі схили, річкові басейни I—III порядків тощо.

Д. Л. Арманд⁵⁶ (1975) надавав геосистемам функціонального значення і розумів під ними процеси, які пов'язують між собою окремі регіони або геокомпоненти. Як геосистеми він розглядав атмосферну циркуляцію, кругообіги води, органічної речовини тощо. Геосистеми Арманда належать до систем «процес — відгук» та керованих. Конструктивною рисою концепції Д. Л. Арманда є принцип виділення геосистем за певним процесом.

З кінця 70-х років XX ст. усе більшого поширення набуває трактування геосистеми не як матеріального об'єкта, а як його моделі, абстрагованого відображення, розумової конструкції. Таке розуміння геосистеми поділяють німецькі геоєкологи, О. Д. Арманд та багато інших.

Згодом під терміном «геосистема» почали розуміти будь-яку територіальну систему як природного, так і соціального походження. Геосистеми можуть бути неоднако-

вих типів і виділяти їх можна за різними принципами (за різними системоутворюючими відношеннями). Таке трактування геосистеми поділяють О. Д. Арманд, В. О. Боков, В. С. Преображенський, та інші географи; схиляється до неї також І. Крхо, поділяючи геосистеми на природні та соціальні. Цю ж пропозицію було зафіксовано в тлумачному словнику «Охорона ландшафтів».

Ландшафтна екологія як природнича наука розглядає лише природні геосистеми. Виходячи з домінуючого та виправданого з методологічної точки зору трактування геосистеми як загального поняття, можна подати таке її широке визначення: *геосистема – клас полігеокомігонентних природних систем, які виділяються з реального тривимірного фізичного простору як його певний об'єм (реальний чи уявний), у межах якого протягом деякого інтервалу часу природні елементи й процеси завдяки існуючим між ними та з зовнішнім середовищем відношенням певного типу (генетико-еволюційним, позиційним, речовинно-потоківим та ін.) упорядковуються у відповідні цим відношенням структури з характерними інваріантними ознаками та динамічними змінами.*

Загальні властивості геосистем. До основних загальних властивостей геосистем належать: територіальність-просторовість, поліструктурність, складність, цілісність, відкритість, динамічність, стійкість, стохастичність.

Територіальність-просторовість — це особливість геосистем, яка відрізняє їх від багатьох систем інших класів, зокрема екосистем. Із зовнішнього середовища геосистеми виділяються як певні ділянки території. Кожну геосистему можна описати метричними показниками (площею, лінійними розмірами) і топологічними (характеризують положення даної геосистеми щодо інших геосистем або об'єктів іншої природи). Територіальність геосистем дає можливість ефективно використовувати картографічні методи при їх виділенні, зображенні та аналізі.

Фактично геосистеми виділяються не стільки як тери-

торіальні (двовимірні), скільки як просторові системи. Проте просторовість властива багатьом класам систем і взагалі не потребує залежності характеристик системи від місцеположення та розмірів території. Структурні, динамічні та інші особливості геосистеми дуже залежать від того, яку саме ділянку земної поверхні (території) вона займає. Тому цю її властивість доцільно називати територіальністю-просторовістю.

До геосистем належать природні системи лише певного просторового інтервалу. Лінійні розміри геосистем найменших розмірів – декілька метрів, а географічної оболонки, якщо її вважати за геосистему, – 10^7 - 10^8 м по горизонталі та 10^3 - 10^4 м по вертикалі. Таким чином, аналіз геосистем виконується в просторовому інтервалі від 10^0 до 10^8 м. Як довів В. О. Боков, порівняно з величинами, відомими в природі (найменші досліджені відстані становлять 10^{-22} м, розміри найбільших галактик – 10^{21} м), це дуже малий діапазон – тільки 10^{-31} % інтервалу відомих у природі лінійних відстаней.

Розмір геосистеми визначає особливості факторів її формування та динаміки, багато інших особливостей, а також методи дослідження. На цій підставі розробляється концепція просторової розмірності геосистеми. Згідно з нею різні ранги геосистем можна узагальнити до значно меншого числа розмірностей. Щодо числа цих класів єдиної думки у ландшафтних екологів та ландшафтознавців немає. Найдоцільніше виділення 6 класів (рівнів) просторового геосистемного аналізу:

- 1) субтопічний (просторовий масштаб 10^0 – 10^1 м²);
- 2) топічний (10^2 - 10^4 м²);
- 3) хоричний (10^4 – 10^8 м²);
- 4) регіональний (10^7 – 10^{12} м²);
- 5) субглобальний (10^{10} – 10^{14} м²);
- 6) глобальний (10^{14} – 10^{16} м²).

Ландшафтна екологія досліджує геосистеми лише перших чотирьох просторових рівнів, залишаючи субг-

лобальний та глобальний аналіз вченню про геосистеми, землезнавству та глобальній екології. Таким чином, просторовий масштаб ландшафтної екології вузький: 10^0 - 10^6 м.

Поліструктурність. Під структурою системи розуміють характер поєднання її елементів певного типу відношеннями. Оскільки в тій самій системі можуть бути відношення різних типів, то й поєднання ними елементів також буде неоднаковим, тобто в одній системі може бути кілька різних структур. Такі системи називаються поліструктурними. Ними, наприклад, є суспільні системи (у них виділяють статеву-вікову, етнічну, професійну та інші структури, які не збігаються). Ці відношення визначають спосіб поділу системи на її елементи (декомпозицію системи), їх склад та поєднання у підсистеми.

Визначення типу відношень, які вважаються структуроформуючими, тобто відносно яких виділяється структура геосистеми, залежить від аспекту аналізу останньої. Найбільш загальними аспектами аналізу геосистем є:

1) вертикальний (синонім – топічний), де елементами є різні фізичні тіла геокомпонентів; а відношеннями – вертикальні потоки різних речовин та енергії, генетико-еволюційні та ін.;

2) територіальний (синонім – хоричний), елементами якого є геосистеми нижчого рангу, ніж досліджувана, а відношеннями – горизонтальні потоки між ними, позиційні залежності, генетико-еволюційні та ін.;

3) часовий (синонім – динамічний), елементи якого виділяються як окремі інтервали часу, а відношення – як послідовність їх змін.

Відповідно виділяються вертикальний, територіальний та часовий класи структур геосистеми.

Кожен із загальних аспектів аналізу геосистеми реалізується у більш конкретних формах. Так, у рамках

територіального аспекту досліджуються такі різні типи відношень, як зв'язок геосистем потоками води, повітря, міграцією тварин, їх позиційні, генетико-еволюційні зв'язки тощо. Відповідно до цих типів відношень виділяються й різні типи територіальних структур геосистем. Послідовна конкретизація аспекту аналізу геосистеми веде до конкретизації поняття її структури. Схему класифікації структур геосистем показано на рис. А.9 (додаток А).

Ефективним підходом структурного аналізу геосистем є модульний. Модуль системи виділяється як сукупність усіх її елементів, пов'язаних безпосередніми відношеннями з якимось одним елементом або їх деякою фіксованою групою. На рис. А.8 (додаток А) добре видно це визначення. Будь-який модуль є моноцентричною структурою. Класична модель екосистеми — типовий приклад модуля, виділеного з геосистеми. Взагалі в геосистемі можна виділити як мінімум стільки модулів, скільки в ній є елементів, тобто в межах однієї геосистеми можна аналізувати багато різних екосистем — ґрунту, певного виду рослин чи всього фітоценозу або ґрунтово-рослинного комплексу тощо.

С к л а д н і с т ь. Складними вважаються системи, сформовані багатьма елементами різних типів, між якими існують різноманітні зв'язки. Ознакою складності системи вважають також неоднозначність її реакції до зовнішніх впливів. Усі ці ознаки притаманні геосистемам. Так, елементи їх вертикальних структур різні за фазовим станом (тверді, рідинні, газові), хімічним складом, наявністю та формою органічного життя, функцією, положенням у геосистемі тощо. Зв'язки між ними також різноманітні і проявляються в таких процесах, як потоки різних речовин і енергії, конкурентних та інших відношеннях. Аналогічні властивості територіальних та часових структур геосистем.

Ц і л і с н і с т ь — властивість системи, яка проявля-

ється в тому, що вилучення з неї певного компонента призводить до її кардинальної перебудови або взагалі загибелі, а сам цей компонент окремо від системи існувати не може або ж він якісно змінюється. Геосистеми мають риси цілісності. Так, позбавлення геосистем ґрунту призводить до їх трансформації в цілому – вони не можуть мати і рослинності, практично щезає трофічна структура, формуються специфічні водний, радіаційний, геохімічний та інші режими. Такої ж радикальної трансформації зазнає територіальна структура геосистеми. Наприклад, вилучення з неї елементів локальної ерозійної сітки (геосистем лощин, ярів, балок) призводить до інтенсивного заболочення вододілів, зміни гідрологічного і ландшафтно-геохімічного режимів геосистеми в цілому.

Своєрідність прояву цілісності у геосистемах полягає в тому, що з вилученням із їх структури певних елементів геосистема стає іншою (іншого типу), але не замінюється системою якогось іншого класу (на «негеосистему»). У цьому відношенні цілісність геосистеми значно нижча, ніж цілісність біосистем (наприклад, окремого організму), технічне вилучення деяких елементів з яких призводить до їх розпаду (загибелі або поломки). У геосистемах може й не бути деяких геокомпонентів (ґрунтів, рослин), проте системні зв'язки між тими, що є, і тут зберігаються.

Більш «сильним» виявом цілісності систем є їх емерджентність (синонім – холистичність), тобто притаманність системі таких властивостей, якостей та функцій, яких не має жоден з її елементів і які не можуть виникнути при їх механічній суміші, а тільки за умови їх взаємодії. Як приклад таких холистичних проявів геосистеми можна навести продукційний процес (продукування біомаси – результат складної взаємодії усіх геокомпонентів), круговороти різних субстанцій, здатність геосистеми до самоочищення тощо.

В і д к р и т і с т ь. Відкритими є системи,

частина елементів яких мають зв'язки з елементами, що не належать до її структури. Елементи останнього типу складають зовнішнє середовище геосистеми, а зв'язки, які йдуть від них до системи, називають вхідними, входами, зовнішніми сигналами. Крім вхідних, є й вихідні зовнішні зв'язки системи (синоніми — виходи, відгуки). Системи, які мають лише вхідні зовнішні зв'язки і практично не мають вихідних, називають напівзакритими. Закритими вважаються системи, у яких немає зовнішніх зв'язків, тобто які не залежать від зовнішнього середовища. Щодо геосистем останнього сказати не можна, оскільки такі вхідні потоки, як надходження сонячної радіації, атмосферні опади тощо — неодмінна умова їх існування. Проте як напівзакриті можна розглядати деякі типи геосистем, наприклад, акумулятивного геохімічного режиму. Горизонтальними потоками води, вітру, речовини, біотичними міграціями одні геосистеми пов'язані з іншими. Геосистеми відкриті і до антропогенних навантажень.

Ступінь зв'язку геосистем із зовнішнім середовищем настільки тісний, що є важливі підстави вважати їх характерною ознакою слабкої виділеності із зовнішнього середовища. З цією особливістю пов'язана, зокрема, складність визначення вертикальних та горизонтальних меж геосистеми.

Д и н а м і ч н і с т ь. Динамічними називаються системи, значення характеристик яких змінюються в часі. У різні проміжки часу геосистема може перебувати у неоднакових станах, тому її повний опис передбачає вияв цих станів та послідовності їх змін. Таким чином, геосистеми виділяються не тільки в просторі, але і в часі. Якщо з просторово-територіальної точки зору геосистема вичленовується як деякий територіально локалізований об'єм, то з часової — як певний інтервал часу, протягом якого геосистема виявляє свої основні особливості.

Важливою особливістю динаміки геосистем є те, що різні її характеристики змінюються в часі з різною частотою. Метеорологічні показники дуже мінливі, тоді як властивості геологічної основи геосистеми змінюються дуже повільно. Виділяють різні класи часових розмірностей геосистеми. Прийнято розрізняти добову, сезонну (річну) та багаторічну динаміку.

Ландшафтна екологія досліджує зміни геосистем в інтервалі від кількох хвилин до кількох десятків тисяч років, тобто у діапазоні 10^2 - 10^{12} . Причому між просторовими та часовим масштабами ландшафтно-екологічного аналізу є певні відповідності.

С т і й к і с т ь у геосистеми проявляється в багатьох формах і дає їй змогу протистояти зовнішнім впливам, зокрема антропогенним, зберігати при взаємодії із зовнішнім середовищем свою цілісність та інші ознаки. Нестійкі в даних умовах геосистеми змінюються на більш стійкі типи, тому стійкість геосистеми значною мірою зумовлена генетико-еволюційно. У процесі еволюції шляхом пристосування геокомпонентів та контактуючих геосистем одна до одної формуються їх стійкі ландшафтно-екологічні взаємовідносини і структури. В умовах інтенсивного втручання людської діяльності в природу ця рівновага часто порушується. Розвиток деградаційних процесів у геосистемах (вимирання видів, ерозія та засолення ґрунтів, забруднення тощо) є не чим іншим, як результатом втрати ними стійкості до антропогенних навантажень. Тому оцінка стійкості геосистеми до зовнішніх факторів є однією з найважливіших прикладних проблем ландшафтної екології.

С т о х а с т и ч н і с т ь. Стохастичними називаються системи, залежність між характеристиками яких та їхні зв'язки із зовнішнім середовищем не жорстко детерміновані (функціональні), а статистичні, ймовірніс-

ні. Причин цього багато; одна з них полягає у опосередкованості взаємодій між елементами геосистем: елемент А діє на В, В – на С і т. д. Такі ланцюги зв'язків у геосистемі можуть бути дуже довгими. А чим довший ланцюг, тим менш тісними, менш однозначними стають зв'язки між кінцевими елементами. На геосистему діє багато зовнішніх факторів суто стохастичної, ймовірнісної природи (наприклад, випадання опадів), що зумовлює ймовірнісний характер її динаміки та еволюції.

Стохастичність геосистем проявляється у статистичному (корелятивному) характері зв'язків між її окремими ознаками (наприклад, між продуктивністю та гумусністю, сумою опадів тощо), відсутності жорсткої прив'язаності одного типу геокомпонента до іншого (певного виду рослинного угруповання до лише одного певного виду ґрунту), незбігові природних меж різних геокомпонентів, неоднозначності змін геосистем за певних антропогенних навантажень, ймовірнісний характер динаміки, в тому числі прогнозу тощо. Усе це береться до уваги при дослідженні геосистем методами теорії ймовірностей та математичної статистики.

Розділ. 8 Вертикальні структури геосистеми: склад та декомпозиція (топічна ландшафтна екологія)

8.1 Основні положення

П о н я т т я в е р т и к а л ь н о ї (т о п і ч н о ї) с т р у к т у р и. При аналізі вертикальної (синонім — топічної) структури геосистеми вважається, що вона однорідна в територіальному відношенні, але «по вертикалі» розкладається на різнорідні частини (рослинність – ґрунт – гірські породи тощо або різні яруси рослинності – горизонти ґрунту – шари гірських порід тощо), які пов'язані між собою певними відношеннями. Структури подібного типу називають вертикальними, хоча ця назва не зовсім точно відбиває їх суть. Під складовими вертикальних структур мають на увазі не стільки різні за своїм висотним положенням шари геосистеми, скільки деякі її частини, специфічні в ній за функцією, фізико-

хімічними та іншими характеристиками. Такі різні частини можуть займати в геосистемі спільний «висотний поверх» (як, наприклад, трав'яні рослини та наземні тварини), а деякі – пронизувати весь її вертикальний розріз (гази, волога). Тому термін «вертикальна структура геосистеми» слід вважати дещо умовним.

При аналізі вертикальної структури геосистеми будь-яка з її складових розглядається як територіально однорідна, тобто припускається, що її характеристики на певній площі лишаються незмінними. Увага акцентується на тому, що зміна значень цих параметрів визначається взаємодією між елементами вертикального розрізу геосистеми. Насправді ж припущення щодо несуттєвості внутрішньотериторіальних відмінностей може бути справедливим хіба що для геосистеми елементарного рівня – фації. Проте це не виключає можливості аналізу вертикальних структур і геосистем вищих таксономічних рангів, якщо необхідно зосередити увагу не на їх внутрішньотериторіальних відмінностях, а на взаємодії компонентів природи або деяких інших частин їх вертикальної будови. Такий підхід, наприклад, використовується при аналізі водного балансу геосистем річкових басейнів, теплового та інших балансів ландшафтних зон тощо.

Концепція множинності вертикальних структур. Щоб виділити вертикальну структуру геосистеми, необхідно визначити множину її елементів і тип відношень (зв'язків) між ними. Внутрішньогеосистемні зв'язки надзвичайно різноманітні. Багато з них зумовлені потоками різних речовин та форм енергії, деякі – фізико-хімічними, біохімічними взаємодіями, інші – відношеннями між популяціями організмів та їх окремими особинами, важливі також генетико-еволюційні зв'язки між різними геокомпонентами та їх частинами тощо. В основі цих відношень лежать різні закономірності, і тому аналіз кожного з них пов'язаний із специфічним аспектом розгляду вертикальної будови геосистеми, тоб-

то приводить до виділення власної структури. Це означає, що у одній геосистемі можна виділити кілька вертикальних структур різних типів. Геосистема є поліструктурною у вертикальному відношенні.

Тип внутрішньогосистемних відношень є основою виділення певної вертикальної структури геосистеми, оскільки визначає найдоцільніший спосіб її поділу на елементи; характер зв'язків між ними; варіанти групування елементів у більші структурні одиниці – підсистеми, компоненти, модулі (тобто способи декомпозиції вертикальної структури).

Оскільки внутрішньогосистемних зв'язків дуже багато, то стільки ж має бути виділено й відповідних їм структур. Проте це не виключає можливості визначити деякі загальні типи вертикальних структур геосистеми. Така можливість ґрунтується на близькості багатьох процесів за їх фізичною суттю, характером перебігу, змінами геосистеми, які зумовлені цими процесами. Відповідно й способи структуризації вертикального розрізу геосистеми для таких зв'язків однотипні. З цієї точки зору всю множину внутрішньогосистемних зв'язків умовно можна поділити на такі типи: генетико-еволюційні; зумовлені потоком енергії та її трансформацією; зумовлені речовинними потоками (міграцією речовин); відношення тісного кореляційного або інформаційного зв'язку характеристик геосистеми.

Кожний з цих типів відношень визначає відповідний підхід до виділення вертикальних структур геосистеми (її структуризації). Ці підходи відрізняються принципом, покладеним в основу виділення структурних частин геосистеми (її елементів, компонентів тощо). Можна розрізняти принаймні три загальних підходи структуризації геосистеми та відповідно три типи її вертикальних структур:

геокомпонентний (поділ вертикального розрізу

геосистеми за компонентами природи і далі за їх генетично однорідними частинами);

речовинно-фазовий (структурні частини виділяються як тіла, однорідні за фазовим станом, фізико-хімічними та іншими властивостями речовини);

просторово-об'ємний (вертикальний профіль геосистеми поділяється на деякі однорідні шари, точніше – об'єми).

Елементи вертикальних структур. Перш ніж виділити елементи вертикальних структур геосистеми, необхідно визначити, який принцип оцінки однорідності взято за основу структуризації геосистеми (генетичний, речовинно-фазовий тощо) та який рівень детальності структурного аналізу геосистеми достатній для розв'язання поставленого завдання. Вирішення першого з цих питань визначається тим із загальних типів вертикальної структури геосистеми, який аналізується. Щодо другого питання, необхідно зауважити, що мета будь-якого конкретного дослідження геосистеми завжди безпосередньо або опосередковано визначає деяку граничну межу її структуризації, тобто задає такі об'єкти вертикальної структури геосистеми, аналіз внутрішньої будови яких для даного дослідження вже не має значення. Загальних критеріїв визначення таких об'єктів немає, їх обґрунтування залежить від досвіду фахівців.

Спроби віднайти якісь «об'єктивно існуючі» (незалежні від конкретного дослідження), ніби задані самою геосистемою, її неподільні частини (ландшафтні «атоми», «кристали», «геоелементи» тощо), а також деякі «універсальні» критерії елементарності були як в екології, так і в ландшафтознавстві. Незважаючи на деякі цікаві в плані теорії результати цих спроб, визначення елементарного об'єкта системи залежить тільки від мети та бажаної детальності аналізу. Ним може бути і рослинність взагалі (при загальнотеоретичному аналізі геосистеми), і певна

екологічна група видів рослин, і окремий вид, і окрема рослина, навіть її окремі морфологічні органи.

8.2 Основні способи декомпозиції

Геокомпонентний спосіб. Компонентами природи (геокомпонентами) необхідно вважати матеріальні тіла природного походження, які відрізняються між собою переважаючим фізико-агрегатним (фазовим) станом речовини, наявністю (або відсутністю) та формою органічного життя, основними механізмами утворення, положенням щодо земної поверхні та основними функціями в геосистемі.

Виходячи з цього, до геокомпонентів не належать рельєф і клімат (оскільки це не матеріальні тіла, а їх властивості, які й враховуються при аналізі геосистем) та антропогенні об'єкти як тіла неприродного походження (враховуються як зовнішній по відношенню до геосистем фактор). Разом з тим поверхневі та ґрунтові води слід розглядати не як один геокомпонент (води), а два різних, оскільки вони суттєво відрізняються за своїми функціями в геосистемі, положенням щодо земної поверхні та механізмом утворення. Як самостійні розглядаються й біотичні компоненти – рослинність, тваринний світ та мікроорганізми.

Таким чином, *геокомпонентами* є тверді маси земної кори, повітряні маси атмосфери, поверхневі та ґрунтові води, ґрунти, рослинність, тварини, мікроорганізми.

Геокомпоненти – складні тіла. У кожному з них є й речовини, які відіграють функцію основної субстанції інших геокомпонентів. Наприклад, під повітряними масами атмосфери слід розуміти не просто суміш газів, а складну субстанцію, що містить також водяну пару, частинки твердих речовин, мікроорганізми. Ще складніший ґрунт. Ця особливість геокомпонентів надає їм нових емерджентних властивостей, яких немає в хімічно чистих та однорідних речовинах, що їх утворюють. В системі організації речовини Землі геокомпоненти займають проміжне положення між простими дискретними тілами (мінералами, газами, ґрунтовими

агрегатами, окремими організмами та ін.) та геосистемами. Тому аналіз вертикальної структури геосистеми, складовими якої є геокомпоненти, буде ефективним при виявленні генетико-еволюційних закономірностей геосистем.

Виділення елементів у геокомпонентній вертикальній структурі виходить з поділу геокомпонентів на їх більш генетично однорідні частини. У гірських породах такими елементами є їх окремі літолого-стратиграфічні шари (виділяються як породи одного віку та походження); у ґрунті – його генетичні горизонти. Ґрунтові води розрізняють за шаром порід, які їх вміщують, оскільки їх хімічні та інші характеристики генетично зумовлені властивостями водовмісної товщі.

Поверхневі води та повітряні маси при генетико-еволюційному аналізі геосистем на елементи, як правило, не розкладаються.

Речовинно-фазовий (геомасовий) спосіб. Геосистема являє собою складну композицію речовин, різних за фазовим станом, фізичними властивостями, хімічним складом. Взаємодії між ними зумовлюють різні процеси в геосистемі (наприклад, продукційний, засолення ґрунтів тощо) і тому, розглядаючи різні речовини як окремі елементи геосистеми, можна ефективно досліджувати механізми внутрішньогеосистемних зв'язків.

Речовинно-фазовий підхід до структуризації природних систем широко використовується в екології, особливо при імітаційному моделюванні екосистем. У найбільш популярному в екології методі такого моделювання (метод системної динаміки, його розробив Форрестер) як елементи екосистеми виділяються її окремі речовини, локалізовані в певних фізичних тілах. За термінологією методу системної динаміки такі елементи називаються резервуарами, й основною їх характеристикою є кількість речовини в резервуарі. Як окремі резервуари виділяються, наприклад, «вода у кореновому шарі ґрунту», «вода у транспортно-скелетних органах рослин», «азот у ґрунті», «азот у

трав'яних рослинах» тощо. Резервуари, між якими мають місце потоки певної речовини або хімічного елемента (води, азоту тощо), об'єднуються в більші структурні одиниці екосистеми – блоки, або субсистеми.

Близький підхід до структуризації елементарної геосистеми в ландшафтознавстві обґрунтований *М. Л. Беручашвілі*⁶² (1980), пов'язаний з виділенням *геомас*. Під ними розуміють якісно своєрідні тіла геосистеми, які мають певну масу, специфічне функціональне призначення, а також швидкість змін у часі та (або) переміщення в просторі. Як геомаси виділяються аеромаси, гідромаси, педомаси, літомаси, фітомаси, зоомаси, мортмаси (мертва органічна речовина). Від геокомпонентів вони відрізняються більшою речовинною однорідністю. Наприклад, під педомасою розуміють не ґрунт, а тільки ґрунтовий дрібнозем з гумусом, тобто органо-мінеральну суміш, до якої не входять волога ґрунту, його скелетна частина, порові гази, корені рослин, тваринне населення. До аеромаси відносять сухе повітря – суміш газів без водяної пари та аерозолів. Аеромаси містяться не тільки в атмосфері, а пронизують усі геокомпоненти. Аналогічно й гідромаси, зосереджені не лише в поверхневих та ґрунтових водах, а й в інших геокомпонентах. Мортмаса взагалі не має аналогів серед геокомпонентів і являє собою сукупність накопичених відмерлих решток рослин, тварин, їх екскрементів, мікроорганізмів тощо.

При речовинно-фазовій структуризації геосистеми геомаси слід розглядати як окремі компоненти її вертикальної будови, оскільки деякі їх частини можуть значно відрізнятися за фізичними, хімічними та іншими показниками. Наприклад, фітомаса представлена такими досить характерними частинами, як зелене листя рослин, корені, транспортно-скелетні органи (стовбури та гілки), генеративні органи, лишайники, мохи, мікроорганізми тощо. Гідромаса також складається з різних мас, що відрізняються насамперед середовищем, де вони розміщені (в атмосфері, ґрунті,

грунтових водах тощо). Тому при детальному аналізі геосистем геомаси поділяються на елементи залежно від агрегатного складу, функціонального призначення, хімічного складу, положення у вертикальному профілі геосистеми, щільності, метричних та інших особливостей. Ступінь детальності поділу геомас на елементи визначається конкретним завданням ландшафтно-екологічного аналізу.

Крім поділу геомас на елементи, М. Л. Беручашвілі вважає за важливе також і їх класифікацію. За розробленою ним таксономічною схемою кожна геомаса поділяється на типи, роди і види. Типи геомас виділяються на основі відмінностей у функціональному призначенні в геосистемі, щільності та швидкості зміни в часі і переміщенні в просторі. Наприклад, серед фітомас виділяються такі їх типи, як однорічне листя деревно-чагарникових рослин, багаторічне листя цих рослин, хвойне листя, транспортно-скелетні органи, корені тощо. При диференціації на типи педомас за основу взято відмінності в механічному складі (глинисті, суглинкові, піщані типи педомас тощо), аеромас – їх температуру (кріотермальні, нанотермальні, мезотермальні та інші аеромаси), гідромас – стан вологи та її знаходження в інших геомасах (атмосферні, снігові, льодові, ґрунтові та інші гідромаси). Літомаси поділяються за їх щільністю та хімічним складом (карбонатні, силікатні та інші типи), мортмаси – за ступенем розкладання та походженням (сухостій, підстилка, торф, та ін.).

Роди геомас розрізняються у межах типу переважно за інтенсивністю процесів функціонування. Так, у листяних типах фітомас виділяються їх різні роди за вмістом вологи в листі (гідрофітні, мезофітні, ксерофітні та ін.). Педомаси поділяються на роди за вмістом гумусу (високо-, середньо-, малогумусні) та його характером (кальцієві, лісові педомаси). Нарешті, види геомас виділяються з урахуванням метричних характеристик (форми, розмірів, орієнтації тощо) їх елементів.

Просторово-об'ємний спосіб. Дослідження вертикальних потоків енергії та речовин у геосистемі, її динамічних змін протягом року пов'язані з урахуванням просторової неоднорідності геосистеми у вертикальному напрямку – її ярусної будови. Хоч певне уявлення про ярусну будову дає поділ геосистеми на її геокомпоненти, ці структурні одиниці все-таки накладаються одна на одну, до того ж вони неоднорідні по вертикалі. Разом з цим у геосистемі досить чітко виділяються певні її шари, майже однорідні за складом різних геомас, та специфічні в інших відношеннях (зокрема, за умовами життя та екологічними процесами).

Вперше *яруси, шари* в екосистемі виділив В. Шелфорд⁶³ (1912), але на основі переважно біотичних критеріїв. З більш комплексних позицій до цього питання підійшов Ю. П. Бялович⁶⁴ (1947, 1960). У ландшафтній екології Н. Л. Беручашвілі на початку 70-х років обґрунтував поняття геогоризонту та розробив методику виділення геогоризонтів.

Геогоризонт розглядається як комплексне утворення, в яке входять усі геомаси, які містяться в певному шарі геосистеми. Цим вони відрізняються від ярусів фітоценозу, оскільки, крім рослин (фітомаси), включають також повітряні і гідромаси, якщо вони в певний період там є (наприклад, шапки снігу на гілках дерев). Основним критерієм виділення геогоризонту є специфічний набір геомас у межах певного шару геосистеми. Зміна цього набору (поява нового виду геомаси, зміна їх пропорцій тощо) свідчить про появу у вертикальному профілі геосистеми нового геогоризонту.

Кожний геогоризонт стисло описується в індексній формі і його можна віднести до певного класу, типу, роду та виду. Ці таксономічні одиниці виділяються за домінуючим (або домінуючими) у даному геогоризонті класом,

типом, родом, видом геомас (наприклад: клас – аерофітогоризонт, тип – нанотермальний транспортно-скелетний і т. д.). За характерним набором типів геогоризонтів класифікуються і вертикальні просторово-об’ємні структури геосистем. Основними їх характеристиками є клас геомас, який визначає головні особливості геосистеми, – потужність (відстань від нижньої до верхньої межі елементарної геосистеми), складність (число геогоризонтів у геосистемі), напруженість (число геогоризонтів на 1 м вертикального профілю).

На відміну від ярусів рослинності, генетичних горизонтів ґрунту, літолого-стратиграфічних шарів, геогоризонти змінюються протягом року. Мінлива не тільки їх потужність, а й кількість (так, узимку щезають геогоризонти, основний об’єм яких займає фітомаса листя). Таким чином, тип вертикальної структури змінюється протягом року, причому можна визначити і дати зміни цих типів (як для конкретного року, так і середньообогаторічні).

8.3 Вертикальні межі геосистем

Вертикальні межі відокремлюють геосистему від її зовнішнього середовища, точніше – від деяких нижніх шарів літосфери (нижня межа) та верхніх шарів атмосфери (верхня межа геосистеми).

Верхні межі. Характерні особливості верхніх меж геосистем – це їх мінливість у часі залежно від пори року, погодних умов та стану розвитку фітоценозу, а також слабка вираженість цих меж, зумовлена значною відкритістю геосистем у вертикальному напрямку.

При дослідженні зв’язків між елементами геосистеми, зумовлених фізичними процесами (вологообігом, потоками енергії тощо), як складову геосистеми слід розглядати деякий об’єм атмосфери, де ці процеси відбуваються і впливають на його стан. У мікрокліматології такий об’єм атмосфери називають *діяльним шаром*. Від вищих атмосферних шарів його відрізняють різкі добові коливання ме-

теоелементів, їх неперіодичні зміни, значні вертикальні градієнти, специфічний склад мікрофлори та хімічних елементів повітряних мас, суттєва зміна швидкості та напрямку вітру тощо. Усі ці особливості зумовлені властивостями геосистеми, особливо її альбедо та характером рослинного покриву (його висотою, густиною стояння, іншими фітотричними характеристиками). Фітокліматичними та стаціонарними дослідженнями геосистем встановлено, що їх вплив на значення метеоелементів сягає в 1,5-2 рази більшшої висоти, ніж висота рослинного ярусу. Визначено вплив засніженої поверхні геосистеми на атмосферу набагато менший і загалом не перевищує кількох метрів. Ці орієнтири і можна взяти при визначенні положення верхньої межі геосистем теплого та холодного рівнів, проте слід мати на увазі, що це положення мінливе в часі і може змінюватися не тільки протягом року, а й доби.

Верхня межа геосистем регіональної розмірності визначається складніше. Так, досліджуючи ландшафтно-екологічні закономірності процесів переносу та випадання атмосферних забруднень, до складу геосистеми слід включити і той шар тропосфери, в межах якого відбуваються місцеві процеси циркуляції повітря. Висота цього шару визначається не тільки рельєфним фактором, а й станом атмосфери (зокрема, типом циркуляції – циклональним або антициклональним), тому вона також дуже мінлива і може сягати висоти тропопаузи (в середньому 11 км).

При дослідженні біотичних процесів геосистеми, зокрема її продуктивності, за верхню межу можна взяти межу верхнього рослинного ярусу (аерофітогоризонту), приймаючи шар турбулентної атмосфери безпосередньо над рослинним покривом за зовнішнє середовище. У такий самий спосіб визначається й верхня межа геосистеми при дослідженні її ґрунтових процесів, зокрема міграції та акумуляції різних речовин у ґрунтовій товщі, водах, рослинах. Роль атмосферних процесів при цьому дуже значна, проте розглядається як фактор зовнішнього середо-

вища.

Нижні межі. Нижню межу геосистем при їх генетико-еволюційному аналізі проводять по гірських породах, які є субстратом формування сучасного рельєфу. В Україні, наприклад, це породи, які залягають під лесовою товщею (вапняки, середньо-верхньопліоценові глини тощо), або ж сама ця товща при її значній потужності (більше 50 м, як у Причорномор'ї), породи, прикриті четвертинними відкладами водно-льодовикового походження, тощо. Причому при генетико-еволюційному аналізі геосистем зовсім необов'язково точно встановлювати місцезнаходження нижньої межі, досить лише вказати, в якому саме шарі гірських порід вона знаходиться. У цьому шарі нижня межа має вигляд перехідної смуги, в межах якої геосистемні властивості природи поступово щезають. Взагалі, вплив верхніх геогоризонтів (аеро-, фіто- та педо-) на літосферу обмежується глибиною до кількох десятків метрів (зона гіпергенезу). Саме нижче цієї зони і визначається положення нижньої межі геосистем.

При аналізі міграційних потоків у геосистемі положення її нижньої межі визначається глибиною можливого проникнення мігруючої речовини. Ця глибина залежить від хімічних властивостей речовини-мігранта, характеру зони аерації (її фільтраційних особливостей, наявності ландшафтно-геохімічних бар'єрів тощо), глибини проникнення коренів рослин у ґрунт та інших факторів. Виходячи з того, що у вертикальній міграції більшості речовин надзвичайно велику роль відіграють низхідні та висхідні потоки вологи, доцільно за нижню межу геосистеми взяти рівень залягання ґрунтових вод. Лише впевнившись у тому, що мігруюча речовина не досягає цього рівня і акумулюється на певному ландшафтно-геохімічному бар'єрі, останній можна визнати за нижню межу геосистеми.

При балансових дослідженнях геосистеми за її нижню межу слід вважати рівень, нижче якого шарі вже

не охоплюються кругообігом певної речовини. Для водного балансу це здебільшого рівень ґрунтових вод. Для теплового балансу він збігається з рівнем, починаючи з якого щезає річна амплітуда температури ґрунту. Глибина його залежить від температуропровідності ґрунту та амплітуди температур на його поверхні. В Україні вона становить від 10 до 17-20 м. Для круговороту органічної речовини за нижню межу геосистеми береться межа між геогоризонтами, які охоплюються процесами гуміфікації, та де такі процеси вже не відбуваються. Здебільшого вона знаходиться у верхньому шарі ґрунтоутворюючої породи або між нею та материнською породою, хоч в окремих геосистемах коріння рослин може сягати і глибших шарів, а деякі гризуни та дощові черви (не кажучи вже про мікроорганізми) здатні проживати на глибинах 6-8 м і більше.

Розділ 9 Міжелементні відношення та процеси в геосистемі

9.1 Потік і трансформація енергії

Коротка історична довідка. Першою концептуальною моделлю потоків енергії в екосистемі була схема трофічних шляхів для прерії, запропонована В. Шелфордом у 1913 р. Через 10 років подібну модель для арктичної тундри розробили Ч.Елтон⁶⁵ та В.Саммерхейз. Проте кількісних характеристик енергетичних потоків у цих схемах не було. По суті, етапною слід вважати працю американського вченого Р. Ліндемана (1942), який першим кількісно оцінив потік енергії по всій трофічній структурі екосистеми. Як модельну він обрав екосистему оз. Седар-Бог-Лейк (штат Міннесота). Аналогічні дослідження, але більш точними методами здійснив у 1957 р. Г. Одум на оз. Сілвер-Спрінгс (штат Флорида). Згодом подібні дослідження виконано і для наземних екосистем (Ю. Одум⁶⁶, 1960). В усіх цих схемах описувались далеко не всі енергетичні потоки в екосистемі, а переважно між її біотичними елементами; було встановлено основні закономірності формування структури радіаційного балансу різних типів ландшафтів. Синтетичний напрям аналізу енер-

гетичних потоків, у якому охоплювались як біотичні, так і абіотичні елементи екосистеми, був пов'язаний з моделюванням продукційного процесу, в основі якого лежать потік і трансформація енергії. Першу таку модель запропонували японські вчені М. Монсі та І.Саекі у 1953 р., а протягом 70-80-х років розроблено багато інших, проте переважно для агроєкосистем.

Значний емпіричний матеріал з енергетики геосистем отримано у результаті робіт за Міжнародною біологічною програмою в 70-ті роки ХХ ст. Це дало змогу скласти повні моделі потоків енергії для основних типів природних екосистем. З них найбільш досконалою та широко відомою стала модель екосистеми прерії США (експериментальної станції Поні), розроблена під керівництвом Г. Ван-Дайна та Дж. Інніса.

Загальна схема. Основним джерелом енергії для багатьох процесів у геосистемі є сонячна. Порівняно з нею енергії до геосистеми від інших джерел надходить дуже мало (теплової енергії з надр Землі – 0,04 % сумарної сонячної радіації, тектонічних рухів – 0,0005 %). При цьому сонячна енергія і використовується в геосистемі найбільш ефективно: вона здатна трансформуватися в інші види енергії (теплову, хімічну, механічну), завдяки їй відбувається продукування біомаси, вологообіг, циркуляція повітряних мас тощо.

Загальну схему потоку і трансформації сонячної енергії в геосистемі наведено на рис. А.10 (додаток А). На верхню межу атмосфери надходить $2 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$ сонячної енергії. Проходячи крізь атмосферу, вона послаблюється атмосферними газами та пилом. При цьому ступінь послаблення залежить від довжини хвилі (частоти) світла. З екологічної точки зору, найбільш важливими обставинами диференційованого послаблення випромінювання є дві: 1) ультрафіолетове випромінювання (найбільш небезпечне для протоплазми) практично не проходить крізь озоновий шар, що й забезпечує можливість життя на планеті.

ті; 2) менше за все послаблюється видиме світло, що необхідне для фотосинтезу, а тому він може відбуватись і в похмурі дні.

Сумарна радіація (R на рис. А.10, додаток А) складається з прямої (R_I) та розсіяної (R_S). Співвідношення між ними залежить від географічного положення геосистеми, хмарності та інших кліматичних факторів. Це співвідношення визначає ряд похідних ландшафтно-екологічних факторів, зокрема – експозиційний. Чим більша частка прямої радіації в сумарній, тим більше значення має фактор експозиції схилу.

Частина сумарної радіації, досягаючи геосистеми, витрачається на ефективне випромінення в атмосферу R_E та відбивається поверхнею геосистеми (відбита радіація R_A). Величина останнього визначається характером поверхні геосистеми (її альбедо) і суттєво змінюється в різних умовах: у дібровах – 0,14-0,17, степах – 0,20-0,23, на солончаках – 0,35, засніженій поверхні – до 0,95.

Ефективне випромінювання та відбита радіація втрачаються для геосистеми, а та частина сумарної радіації, що безпосередньо йде на різні процеси в геосистемі, називається її радіаційним балансом R_B . Більша його частина витрачається на випаровування (фізичне E і транспірацію T) та на турбулентну віддачу атмосфері Q , тобто на забезпечення вологообігу та прогрівання повітря геосистеми.

Витрати тепла на фотосинтез P становлять дуже малу частку радіаційного балансу – в середньому 1,3 %. Проте її роль у геосистемі надзвичайно велика, оскільки власне вона зумовлює продукційний та інші важливі біотичні процеси. При фотосинтезі використовується фотосинтетично активна радіація – ФАР, частка якої становить близько 45 % сумарної (40 % прямої та 62 % розсіяної). Рослинний покрив поглинає 90% світлової енергії ФАР, проте переважна його частина йде на транспірацію та регулювання температури рослин і лише 0,5-1,5 % – на фотосинтез. Ефективність фотосинтезу визначається гідротерміч-

ними умовами геосистем. Найбільша вона при максимальній теплозабезпеченості при оптимальному співвідношенні тепла й вологи. Такі природні умови характерні для екваторіальних лісів, де ефективність фотосинтезу досягає 4,5 % ФАР, або 1,5 % сумарної радіації. У штучних умовах можна довести ефективність фотосинтезу до максимальної – 34 % ФАР.

Енергія P , що пішла на забезпечення реакції фотосинтезу, витрачається на дихання рослин P_b (близько 50 %), а решта становить чисту первинну продукцію P_a – накопичення енергії в рослинній біомасі. З цієї енергії деяка її частина P_m з відмиранням рослин або їх окремих органів переходить до мортмаси, частина P_i залишається у фітомасі й зумовлює її щорічний приріст, частина Z разом з фітомасою, що поїдається тваринами, переходить до наступного трофічного рівня. Співвідношення між цими статтями енергетичних витрат залежить від багатьох факторів. З них особливо важливі видовий склад рослинного угруповання, вікова структура популяцій, їх екологічний стан, характер господарського використання, чисельність та популяційний склад тваринного населення біоценозу.

Енергія Z , що надходить з фітомасою до травоядних тварин, частково йде на потреби самих цих тварин, а частково переходить до тварин-хижаків. Ці тварини, в свою чергу, поїдаються хижаками вищих порядків, а відтак передають частину енергії їм. Так формується трофічна структура геосистеми. В екології при її дослідженні прийнято виділяти трофічні рівні – сукупність організмів, які отримують енергію від рослин через однакове число організмів-посередників. Самі зелені рослини формують перший трофічний рівень – рівень продуцентів (або автотрофів); травоядні тварини (зайці, олені тощо) – другий рівень (первинних консументів, або гетеротрофів 1-го порядку); хижаки – третій (рівень вторинних консументів, або гетеротрофів 3-го порядку) і так далі. Оскільки потік енергії від одного трофічного рівня до вищого супроводжується її втратами (до

95 %), кількість трофічних рівнів не може бути необмеженою і лише в енергетично багатих екосистемах може досягати 5-6 (екваторіальні ліси, морські планктонні екосистеми).

Насправді ж у реальних геосистемах трофічні відношення набагато складніші. Виділяються види, які живляться одночасно на кількох рівнях (наприклад, сови; лисиці, що поїдають не тільки дрібних ссавців, а й плоди рослин); види, що час від часу змінюють свій рівень (наприклад, із зміною пір року або в процесі старіння); види, особини яких можуть поїдати одна одну (особливо це розвинуто у павуків та риб), і навіть є рослини, які поводяться як гетеротрофи, «поїдаючи» деяких тварин (венерина мухоловка, сарраценія, росичка). Тому більш реалістичне зображення потоку енергії між організмами на основі не трофічних рівнів, а трофічних ланцюгів (синонім – ланцюгів живлення) – графів*, вершинами яких є популяції, а орієнтованими ребрами – потоки енергії, що передається з їжею від однієї популяції до іншої, яка цією популяцією може живитись.

Потік енергії Z від одного організму до іншого супроводжується її втратами, їжа як рослинного, так і тваринного походження повністю організмом не засвоюється. Частина її виводиться з організму у вигляді екскрементів Z_e , частина Z_b витрачається на дихання тварин, а решта енергії Z_i може йти на синтез нової біомаси (точніше – зоомаси) в результаті росту організму та розмноження. З цієї енергії частина Z_m витрачається популяцією внаслідок загибелі її особин і далі включається в енергетичні потоки переробки мортмаси, а решта енергії Z_z переходить до організмів-консументів вищих рівнів, де структура енергетичних потоків аналогічна. Величина потоку Z залежить насамперед від чисельності популяцій тварин та типу біому. Взагалі у трав'яних геосистемах відсоток наземної рослинної продукції, що споживається тра-

* графі - це множина точок (вершин), які з'єднані між собою лініями, що називаються дугами або ребрами.

воїдними тваринами, більший, ніж у лісових. У хвойних лісах він становить 2-3 %, широколистих – до 3, у степових геосистемах досягає 8-10, саванах Африки 28-60, а на культурних пасовищах США – 30-45 %. Окремі популяції тварин у цьому відношенні відрізняються ще більше. Так, деякі насінні тварини можуть споживати до 100 % придатної для них їжі. Проте в середньому з одного трофічного рівня на наступний переходить не більше 5-15 % енергії. З цієї енергії трав'яні для утворення свого тіла та росту Z_i використовують близько 1-10 % Z_z , а решту Z_b витрачають на дихання з екскрементами Z_e та відригуванням Z_v , причому частки цих втрат приблизно однакові.

Потоки та трансформація енергії, що міститься у відмерлих частинах рослин P_m , екскрементах консументів Z_e та їх трупах Z_m ще не з'ясовані до кінця. Сукупність цих потоків прийнято називати детритним циклом геосистеми. Для багатьох типів геосистем роль цього циклу набагато вища, ніж трансформація енергії у їх гетеротрофному блоці. Це пояснюється тим, що частка енергії, яка включається в детритний цикл, становить 90-95 % первинної продукції порівняно з 5-10 %, що надходить від продуцентів до тварин-гетеротрофів.

Деяка частина енергії, що міститься у відмерлій фітомасі, втрачається через її окиснення (переважно фотохімічне), в результаті чого виділяється CO_2 . У лучному степу Курського заповідника, наприклад, ця частка становить 4 % енергії відмерлої надземної фітомаси. У лісових геосистемах спостерігаються втрати енергії (10-30%), зумовлені вимиванням дощовою водою органічних речовин із свіжовпалого листя. У схилових геосистемах значна частина енергії P_m втрачається з винесенням її за межі геосистеми горизонтальними потоками води. Проте більшу роль у трансформації енергії в детритному циклі відіграють не абіотичні фактори, а сапрофаги (синоніми – редуценти, детритні консументи) – живі організми, що живляться неживим органічним матеріалом, який можна метаболізувати для отримання енергії. У

наземних геосистемах сапрофаги споживають до 90-95 % усієї чистої первинної продукції. До них належать такі великі тварини, як грифи, ворони, краби, а також черви, кліщі, бактерії та гриби.

Потік енергії між організмами-сапрофагами теж має характер трофічного ланцюга, проте трофічні відношення тут надто своєрідні і складніші, ніж серед гетеротрофних тварин. Деякі організми, як, наприклад, дощові черви, безпосередньо споживають мертву органічну речовину, частина якої йде на їх розвиток, частина – на дихання, частина переробляється і виводиться з екскрементами, частина подрібнюється і стає більш придатною для їх подальшого розкладання грибами та бактеріями. Екскременти червів, а також інших сапрофагів знову споживаються – і представниками інших видів, і того самого. Черви, як і інші тварини-сапрофаги, разом з мертвою органічною речовиною споживають гриби і бактерії, що містяться в ній. Таким чином, трофічні відношення в детритному циклі являють собою складну мережу, в якій виділити трофічні ланцюги досить складно, а трофічні рівні – практично неможливо.

Більша частина енергії в детритному циклі витрачається сапрофитами на дихання, а решта переходить спочатку в проміжні продукти розкладу органічної речовини та неспецифічну органічну речовину ґрунту. У лучному степу в них залишається не більше 50 % енергії, що надходить з рослинними рештками і екскрементами. На наступному етапі трансформації цієї енергії до 70% її втрачається на мінералізацію органічної речовини мікроорганізмами та до 25 % на їх дихання. Решта переходить у специфічні гумусові речовини – продукти гуміфікації. Таким чином, у гумус переходить не більше 5-10 % енергії рослинних рештків.

Антропічні аспекти. Практично будь-який аспект діяльності людини в геосистемі призводить до зміни у ній інтенсивності енергетичних потоків. Причому змінюються величина та співвідношення не тільки внутрішньогосистемних потоків, а й вхідних та вихідних. Через забруднення ат-

мосфери аерозолями дещо збільшується відбита радіація, тому до геосистем може надходити менше сумарної радіації. Так, смог здатний зменшити її на 30-40 %. У потоці сумарної радіації збільшується частка розсіяної, що призводить до деякого нівелювання експозиційних відмінностей геосистем схилів.

У агрогеосистемах значне збільшення надходження енергії пов'язане із внесенням органічних добрив. Частина цієї додаткової енергії йде на формування врожаю, невелика частина консервується в гумусі, а значно більша (на схилах – до 60-70%) непродуктивно втрачається геосистемою разом з виносом поверхневим та ґрунтовим стоком.

Трансформація характеру діяльної поверхні геосистеми внаслідок розорювання, зведення лісів, меліорації тощо призводить до зміни величини альбедо, а через неї – і до зміни структури радіаційного балансу. Так, альбедо геосистем із степовою рослинністю становить 19-23 %, а свіжозораних агроугідь на їх місці – 5 %; широколистих лісів 12-17 %, а полів зернових культур на їх місці – 22-28 %. Відповідно змінюється і частка відбитої радіації.

Зміни вертикальної структури геосистеми, пов'язані із зведенням природної рослинності, призводять до трансформації трофічної структури геосистем, а відтак – і потоків енергії між біотичними елементами. Найсуттєвішими тут є щорічні втрати енергії, накопичені геосистемою у фітомасі. Внаслідок цього зменшується потік енергії, який надходить до детритного циклу – основи процесу продукування гумусу. Загалом трофічна структура агрогеосистем сильно спрощується, інтенсивність потоків енергії від продуцентів до первинних консументів значно зменшується, а сама сітка цих потоків стає менш розгалуженою. Це, зокрема, зумовлює низьку стійкість агрогеосистем порівняно з природними.

Типологія. Ю. Одум (1986) запропонував такий поділ екосистем за основним джерелом надходження енергії: природні, що отримують енергію тільки від Сонця; природні, що отримують енергію від Сонця та додаткову енергетичну

субсидію від інших природних джерел (заплав, схил, прибережні частини естуаріїв, маршів, конуси виносу тощо); антропізовані, що отримують енергію від Сонця та додаткову субсидію від людини (найбільш типові – агроєкосистеми); промислово-міські системи, що отримують енергію палива (урбоєкосистеми, індустріальні зони).

За кількістю енергії, яку отримує геосистема, розрізняються такі геосистеми: мегатермні (радіаційний баланс $RB > 80$ ккал/см² на рік, поширені в екваторіальній зоні); макротермні (RB 50-70, поширені в тропіках); мезотермні (RB 50-70, суб- і середземномор'я); субмезотермні (RB 40-50, неморальна зона); субмікротермні (RB 30-40, суббореальна зона); мікротермні (RB 20-30, бореальна зона); нанотермні ($RB < 20$ ккал/см² на рік, поширені в суб- та арктичній зонах).

Ці градації радіаційного балансу орієнтовні. Не слід вважати, що всі геосистеми певної термозони належать тільки до одного енергетичного типу. Оскільки надходження енергії до геосистеми залежить від експозиції та стрімкості схилу і деяких інших місцевих факторів, в одній ландшафтній зоні трапляються геосистеми різних енергетичних типів. Наприклад, у лісостеповій – сумікротермні (на рівнинах, терасах, пологих схилах), мікротермні (на схилах північної) та субмезотермні (південної експозиції).

За ступенем поглинання сонячної радіації рослинним покривом (перехопленням світла фітогеогоризонтами та ступенем освітленості поверхні ґрунту) геосистеми можна поділити на: геліоморфні (геосистеми лише з трав'яним покривом чи позбавлені його); субгеліоморфні (чагарники, рідколісся); семігеліоморфні (світло-хвойні, дрібнолисті ліси); сціоморфні (зімкнені темнохвойні та широколисті ліси). Від типу затіненості геосистеми суттєво залежать видовий склад, продуктивність, конкурентні відношення та деякі інші ознаки нижніх фітогеогоризонтів.

9.2 Потоки вологи

Коротка історична довідка. Дослідженнями водного

режиму займалося багато визначних ландшафтознавців та екологів – Л. Г. Раменський, Г. М. Висоцький, *П. С. Погребняк*⁶⁷ та ін. Вони встановили основні закономірності потоків вологи в природних системах, розробили принципи класифікації водних режимів місцезростань, індикації умов за рослинним покривом. З комплексних географо-екологічних позицій дослідили водний режим ґрунту *А. А. Ізмаїльський*⁶⁸, А.А.Роде та інші ґрунтознавці, рослин – Р.Слейчер.

Завдяки організації у 60-х роках ХХ ст. широких комплексних стаціонарних досліджень геосистем малих водозборів виявлено більш тонкі закономірності потоків вологи в природних та антропоічно змінених геосистемах. Найбільше такі дослідження проводились у США, де з 1935 р. організовано комплексні спостереження за стоком на сотнях експериментальних та репрезентативних водозборах. Найбільш детальні дослідження ландшафтно-екологічної спрямованості виконуються в екосистемах мішаних лісів водозбору Хаббард-Брук (з 1961 р.), листяних лісів водозбору Ферноу (з 1951 р.), вологих гірських водозборів Ковіта (з 1934 р.). Аналогічні дослідження організовано і в інших країнах. Отримані експериментальні дані та розвиток математичного моделювання в екології дали змогу створити серію моделей водного режиму природних систем.

Загальна схема. Потоки води у вертикальному профілі геосистеми мають величезне значення як для її окремих елементів, так і для забезпечення зв'язків між ними. Цілісність геосистеми багато в чому зумовлена потоками води, які пронизують її подібно до кровоносної системи. Водні потоки забезпечують міграцію хімічних елементів, транспортування поживних речовин до рослин, продукційні процесії тощо. Вода – один з основних лімітуючих екологічних факторів і від її кількості в геосистемі, збалансованості потоків залежать численні властивості геосистеми, що визначають її потенціал.

Як видно із загальної схеми водних потоків (рис.11,

додаток А), потоки вологи об'єднані в цикл, тобто в геосистемі здійснюється круговорот. Він може бути збалансованим (маса води на вході в геосистему дорівнює її масі на виході), і тоді водний і пов'язані з ним режими лишаються незмінними. При незбалансованих потоках у геосистемі відбувається прогресуюча гідроморфізація (при додатному балансі) або ксерофітизація (при від'ємному).

Волога до геосистеми надходить з атмосферними опадами R за рахунок конденсації водяної пари V , а також з підземними водами G (якщо вони пов'язані крізь гідравлічні вікна з ґрунтовими), поверхневим стоком S (якщо геосистема розташована на схилі), з річковими водами F під час повені та паводків (якщо геосистема розташована на заливній заплаві).

Надходячи до геосистеми, дощові води частково затримуються фітогеогоризонтами (цей процес називають інтерцепцією). Перехоплена листям волога лише в мізерних частках засвоюється ним, деяка частина води (5-20 %) стікає по стовбурах, а основна маса FE випаровується, а відтак не бере участі ні в транспірації, ні в зволоженні ґрунту (так звана інтерцепційна втрата). Розмір цієї втрати залежить від інтенсивності та тривалості опадів, сумарної листяної поверхні фітогоризонтів.

Крім дощів та снігу, у геосистемах морських узбережжів та пустель суттєвим джерелом надходження вологи є роса й тумани.

Частина опадів M , що потрапляє до земної поверхні, може затримуватись мортгоризонтом (лісовою підстилкою або степовою повстю). Цей горизонт відзначається високою гігроскопічністю та вологоємністю, тому всмоктує та утримує значну кількість вологи, яка може і зовсім не досягти поверхні ґрунту. Ця волога витрачається майже виключно на фізичне випаровування ME . Дійшовши до поверхні ґрунту, напрямок та інтенсивність потоків води залежать від стану зволоженості поверхневих горизонтів ґрунту в момент випадання опадів. Якщо ґрунт знаходиться в стані повного водонасичення, низхідного потоку вологи у ґрунті не буде, і вона

витрачатиметься на фізичне випаровування з поверхні ґрунту SE, а якщо ця поверхня схилова – і на площинний стік SS. Проте здебільшого в момент випадання дощу вологість ґрунту менша за величину його польової вологості, і тому формується потік води в глибину ґрунту. Інтенсивність цього потоку залежить від водопроникності ґрунту. При глибокому рівні залягання ґрунтових вод найбільш водопроникні дернові піщані ґрунти, найменш – солонці, глинисті каштанові.

З ґрунту волога поглинається коренями рослин. Це поглинання тим інтенсивніше, чим більша всмоктуюча поверхня кореневої системи та чим легше входять у контакт корені та ґрунтова волога. Активна поверхня коренів у трав'янистих рослин становить приблизно $1 \text{ см}^2/\text{см}^3$, а в дерев – $0,1 \text{ см}^2/\text{см}^3$. Контакт коренів з вологою ґрунту визначається його механічним складом: найгірший він у глинистих ґрунтах, найкращий – у піщаних.

Надходження води до рослин залежить також від температури ґрунту, оскільки вона впливає на всмоктуючу здатність коренів і на їх ріст. З теплих ґрунтів рослини витягують воду легше, ніж з холодних, а при зниженні температури до кількох градусів вище нуля більшість рослин поглинати воду не здатна.

Надходячи до рослини, вода з кореня транспортується до її транспіруючих поверхонь. Залежно від фізіологічних та анатомічних особливостей рослин швидкість цього потоку різна. Найбільша вона в ліан (150 м/год) та трав'янистих рослин ($10\text{-}60$), а у хвойних становить у середньому $1,2 \text{ м/год}$.

У рослині дуже незначна частина вологи витрачається на фотосинтез P_h , а основна її частина (97% і більше) випаровується (транспірується) – T . Для продукування 1 г сухої речовини рослинам необхідно витратити на транспірацію в $400\text{-}600$ разів більшу масу води: дуб витрачає 340 г води, бук – 170 , сосна – 300 , пшениця – 540 , люцерна, конюшина $700\text{-}800 \text{ г}$. Це зумовлює досить тісну залежність маси, транспірованої від фітомаси геосистеми. Так, при однаковій кількості опадів ($850\text{-}870 \text{ мм}$) буковий ліс витрачає на транспірацію

522, а субальпійські луки 100-200 мм вологи. Величина та інтенсивність транспірації T залежать не тільки від надземної фітомаси, а й від едафічних факторів, особливо від освітленості, сухості повітря, вітру. Проте чітка залежність транспірації від цих факторів існує лише до того часу, поки відкриті продихи рослин. При нестачі вологи рослини, закриваючи продихи, регулюють витрату вологи. Так, при повністю закритих продихах хвойні дерева здатні зменшити транспірацію на 97 %, листяні – на 80-90, трави – на 70-85 %.

Антропічні аспекти. Потоків вологи в екосистемі відзначаються високою чутливістю до дії антропічних факторів. З цим пов'язана можливість їх регулювання людиною, що й робиться при водних та агролісомеліораціях. Проте через недостатнє врахування складних закономірностей структури водних потоків у геосистемах меліорація часто призводить до небажаних або й катастрофічних екологічних наслідків.

Надмірне зволоження геосистем при іригації призводить до посилення низхідних потоків вологи в ґрунті, які можуть досягти засолених горизонтів порід або мінералізованих ґрунтових вод, де насичуються солями і, піднімаючись у міжполивний період до поверхні, засолюють ґрунтову товщу. При зрошенні водоспоживання рослин поліпшується, але якщо ґрунтово-іригаційні води насичуються солями, споживання вологи з ґрунту зменшується і може бути навіть меншим, ніж у богарних умовах. Так з'являється антропогенна фізіологічна сухість рослин – неможливість споживати воду при її достатній кількості. Крім змін водного режиму, зрошення призводить і до комплексу змін інших процесів у геосистемі – насамперед ґрунтових (розвиваються процеси оглеєння, заболочення, вторинного засолення ґрунтів), геоморфологічних (іригаційна ерозія), енергетичних (внаслідок зміни альbedo та збільшення витрат тепла на випаровування).

Не менш суттєво змінюються водні потоки при осушенні земель. Тут головна небезпека – переосушення, тобто зниження рівня ґрунтових вод нижче деякої критичної глибини, що може зумовити дефляцію, обміління річок, відми-

рання їх верхів'їв тощо.

Вплив лісу та лісонасаджень на водний режим досліджено досить ґрунтовно. Вислів Г. М. Висоцького (1932) «Ліс сушить рівнини та зволожує гори» зберіг значення й досі, хоч і деталізований та підправлений новими дослідженнями. Друга його частина («зволожує гори») залишається без змін, якщо під «горами» розуміти будь-який сильно почленований рельєф та схили.

Основною причиною більшої зволоженості лісових схилових геосистем є зменшення лісом такої важливої витратної статті водного балансу, як поверхневий стік води. З численних досліджень експериментальних водозборів у гірських регіонах США видно, що зведення лісу призводить до збільшення поверхневого водного стоку на 200-400 мм на рік. У Карпатах суцільне зведення лісу зумовлює збільшення стоку на 266-302 мм, а вирубування 28 % запасу деревини – на 132 мм. Спеціальні дослідження на 37 водозборах Фінляндії дали змогу встановити досить тісну кореляційну залежність між поверхневим стоком та лісистістю – приріст запасів деревини на 100 м³/га зумовлює зменшення річного стоку в середньому на 80 мм. У схилових геосистемах рівнинних ландшафтів ліс здатний до 80 % зменшити витрати води на поверхневий стік. Поверхневого стоку з залісених геосистем практично немає в тих районах, які знаходяться на південь від ізолінії річкового стоку менше 50 мм (в Україні ця межа пролягає трохи на північ від межі між лісостеповою та степовою зонами).

«Висушувальний» вплив лісу на рівнинні геосистеми проявляється насамперед у збільшенні транспірації—вона може бути в 2-3 рази більшою, ніж з агрогеосистем. Важливе значення має також перехоплення листяною поверхнею опадів (до 40%) і їх витрата на фізичне випаровування. Вплив лісу на ґрунтові води залежить від глибини їх залягання – ліс знижує рівень близьких коренедосяжних вод і підвищує рівень глибокозалягаючих.

Типологія. Геосистеми за типом водного ре-

жиму поділяються на такі: промивного режиму (низхідні потоки вологи переважають над висхідними, і вода, що просочується крізь ґрунт, досягає рівня ґрунтових вод); періодично промивного режиму (атмосферна вода досягає рівня ґрунтових вод в окремі багатоводні роки, в середньому один раз на 10-15 років); непромивного режиму (ґрунтові геогоризонти промочуються, але вода не досягає рівня ґрунтових вод); аридного режиму (ґрунтовий профіль сухий протягом цілого року); випітного режиму (переважають висхідні потоки з ґрунтових вод, капілярна кайма яких піднімається до поверхні ґрунту, і ґрунтові води випаровуються фізично); десуктивно-випітного режиму (на відміну від попереднього типу, капілярна кайма ґрунтових вод не виходить на поверхню, і їх витрата здійснюється не за рахунок фізичного випаровування, а через транспірацію); водозастійного режиму (характерний для боліт); паводкового режиму (характерний для заплав річок).

За співвідношенням статей водного балансу (річною сумою опадів та сумарним випаровуванням) виділяються такі геосистеми: гіпергумідні (різниця між річними опадами та випаровуванням 1600 мм і більше); пергумідні (800-1600); гумідні (400-800); субаридні (-400-0); мезоаридні (-400-800); аридні (-800 - -1600); екстрааридні (-1600 мм і менше).

Ця градація співвідношення річних опадів та випаровування в цілому відповідає діапазонам гідрокліматичних факторів, що визначають певний напрям зонального ґрунтоутворення та формування біомів. Геосистеми України належать до гумідного (лісова зона), субгумідного (лісостеп) та субаридного (степ) типів.

За збалансованістю водного балансу є такі геосистеми: із збалансованим балансом (у річному циклі водний баланс дорівнює нулю); додатно-декомпенсованого балансу (приходні статті водного балансу переважають над витратними, внаслідок чого рівень ґрунтових вод піднімається); від'ємно-декомпенсованого балансу (витратні статті перева-

жають над приходними, рівень ґрунтових вод знижується).

З екобіоцентричної точки зору важливо розрізнати геосистеми за *рівнем забезпеченості вологою рослинних угруповань*. Виділяються такі типи геосистем: гідроморфні (водойми); субгідроморфні (прибережно-водні місцезростання); гігроморфні (болота); субгігроморфні (лучно-болотні та вологі луки); мезоморфні (нормальні умови зволоження, характерні для сухих луків); убмезоморфні (лучно-степові місцезростання); семіксероморфні (середньостепові місцезростання); субксероморфні (сухостепові); ксероморфні (напівпустелі); гіперксероморфні (пустелі).

9.3 Міграція та обмін мінеральних речовин

Коротка історична довідка. У межах ландшафтознавства дослідженням міграції, розсіювання та акумуляції речовин займається геохімія ландшафту. Основи цієї науки започаткували В. І. Вернадський та О. Є. Ферсман⁶⁹, теоретичні положення сформулював у 20—30-ті роки Б. Б. Полинов, а в повоєнний час розвинули О. І. Перельман⁷⁰, М. А. Глазовська⁷¹ та їх численні учні. В екології розвиток подібного наукового напрямку пов'язаний з іменами Дж. Хатчинсона та Ж. Фортескью. Починаючи з 70-х років ХХ ст. в екології інтенсивно розвиваються дослідження потоків речовин в екосистемах. Особливого значення надається аналізу круговоротів поживних елементів рослин, визначення токсичних концентрацій різних елементів у живих організмах. Аналогічні питання щодо ґрунтів почали розробляти ґрунтознавці та агрохіміки стосовно поверхневих вод – гідрохіміки та гідробіологи.

Загальна схема. Хімічні елементи, що становлять географічну оболонку, по-різному проявляють себе в геосистемах. Це стосується як їх мас у геосистемі, так і особливостей поведінки – міграції між елементами вертикальної структури, здатності включатися в круговороти, поглинатися рослинами тощо. Кожний елемент в екосистемі має власну частину. Проте виділяються деякі загальні закономірності.

мірності потоків різних речовин у геосистемах, тому й існують загальні підходи до їх дослідження.

Загальну схему потоків мінеральних речовин у геосистемі наведено на рис. А.12 (додаток А). Як видно, основні вхідні потоки речовин до геосистеми надходять з атмосферними опадами R та пилом D за рахунок вивітрювання первинних мінералів гірських порід W , розчинення солей осадових порід S , у результаті господарської діяльності A .

З атмосферними опадами на поверхню Землі щорічно потрапляє 1800 млн т, або 12 т/км^2 , розчинних речовин, а на територію України – 7,3 млн т, або $12,1 \text{ т/км}^2$. Найбільше цим шляхом надходить сірки (до $2,6 \text{ т/км}^2$ у південних районах України), трохи менше – кальцію та азоту (табл. Б.4, додаток Б). За рахунок осаду з атмосфери пилу до геосистем щорічно надходить до 10 т/км^2 речовин, а в промислових регіонах – в десятки разів більше.

Утворення легкорозчинних солей при вивітрюванні первинних мінералів – процес, що відбувається в усіх геосистемах, але дуже повільно. Надходження ж до геосистем солей внаслідок розчинення солей осадових порід може бути значним у регіонах, де породи галогенної формації залягають близько до поверхні. В Україні такими регіонами є Прикарпаття та Закарпаття, Дніпровсько-Донецька западина, Донбас та інші, де значно поширені соляні відклади (купольні структури, штоки тощо).

Мінеральні речовини, що надійшли до геосистем, можуть знаходитись у вигляді її резервного фонду або здійснювати круговорот у її вертикальному профілі. Резервний фонд становлять речовини, що знаходяться у нерухомих формах, а також легкодоступні речовини, накопичені в геосистемі в надмірних кількостях, через що вся їх маса не може бути охоплена круговоротом. Речовини резервного фонду частково поповнюються за рахунок мігруючих речовин і також можуть включатися в міграційні процеси. Ці процеси зумовлені двома основними факторами: потоком води та її властивостями як хімічної речовини (гідролизом); синтезом

та розчиненням органічної речовини (біогенезом).

Роль води як фактора міграції речовин полягає не тільки в її мобільності в геосистемі. У її водному середовищі відбувається переважна більшість хімічних реакцій. Потік води у вертикальному профілі геосистеми супроводжується процесами розчинення, вилужування, іонного обміну, адсорбції, в результаті чого хімічні елементи та сполуки певних геомас переходять до водного розчину і далі переміщуються з ним. Внаслідок випаровування вологи, кристалізації, сорбції та інших гідрогенних процесів з водного розчину випадають мінеральні речовини, акумулюючись у певних геомасах або геогоризонтах. Нарешті, практично тільки з водним розчином мінеральні речовини з ґрунту можуть потрапити до рослин і далі взяти участь у біогенній міграції по трофічній сітці геосистеми.

Фізико-хімічні, термодинамічні та інші умови геогоризонту, крізь який проходить потік водного розчину, визначають ступінь рухомості кожного з хімічних елементів та їх сполук. Практично в усіх геосистемах у вертикальній структурі виділяються суміжні геогоризонти, які значно відрізняються один від одного за цими умовами. Тут різко змінюються умови міграції різних речовин – одні з них випадають з розчину і концентруються, інші мігрують менш інтенсивно і накопичуються частково, треті не реагують на зміну умов міграції. В геохімії ландшафту місця, де різка зміна умов міграції призводить до накопичення елементів, називаються *ландшафтно-геохімічними бар'єрами* (термін ввів О. І. Перельман). Залежно від параметрів, значення яких різко змінюються на бар'єрі, виділяють їх різні типи. При цьому на кожному з типів бар'єрів накопичується характерна асоціація хімічних елементів (табл. Б.5, додаток Б). У різних геосистемах кількість та склад ландшафтно-геохімічних бар'єрів неоднакові. Так, у лісових геосистемах України переважають кислі та глейові бар'єри, степових – лужні, випаровувальні та ін.

З ландшафтно-екологічної точки зору, крім типу

бар'єру, важливо враховувати і його місцеположення у вертикальній структурі геосистеми. Так, бар'єри, розміщені в ґрунті нижче його кореневмісного шару, в екологічному плані можуть відігравати позитивну роль – токсичні елементи, що тут накопичуються, рослинами споживатися не можуть, і водночас цей бар'єр перешкоджає досягненню токсичними елементами ґрунтових вод, лімітуючи їх забруднення. Такий бар'єр виконує функцію консерватора («кладовища») забруднень у геосистемі. Натомість бар'єри, розташовані у межах кореневмісного шару ґрунту, можуть бути вкрай небезпечними для рослин.

Напрямок гідроґенних потоків речовин у геосистемі відповідає напрямку потоку вологи. При переважанні низхідних потоків води речовини можуть виноситися за межі ґрунту і досягати рівня ґрунтових вод. Внаслідок цього розсолюються ґрунти, підвищується мінералізація ґрунтових вод, а при інтенсивних потоках вологи в піщаних ґрунтах зростає дефіцит поживних речовин. Проте частіше хімічні елементи накопичуються на бар'єрах у педогеогоризонтах та в зоні аерації. При висхідних потоках води внаслідок фізичного випаровування ґрунтових вод вміст солей у ґрунті та підґрунті зростає, що призводить до засолення геосистем.

Важливим фактором міграції речовин у геосистемі є життєдіяльність рослин. Встановлено, що практично всі хімічні елементи, що містяться в географічній оболонці, необхідні рослинам і споживаються ними. З них незамінні лише деякі: N, P, K, S, Ca, Mg (макроелементи – споживаються у великих кількостях) та Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B та Cl (мікроелементи – споживаються у менших кількостях).

З атмосфери надземні органи рослин засвоюють мінеральні речовини в дуже незначних кількостях, а основна їх маса поглинається з ґрунту. Корінь здобуває мінеральні речовини шляхом: поглинання іонів з ґрунтового розчину; обмінного поглинання сорбованих іонів (віддає іони H^+ та HCO_3^- , а замість них отримує іони поживних солей); розчинення зв'язаних запасів мінеральних речовин (виділяючи органічні

кислоти, корінь вивільняє з хімічно зв'язаного стану елементи, зокрема важкі метали, і потім легко поглинає їх). Потрапивши до кореня, іони переносяться до інших органів рослин. Це перенесення потребує витрат енергії, джерелом якої є дихання рослин, тому інтенсивність поглинання ними мінеральних речовин визначається едафічними факторами дихання (оптимальним температурним режимом, освітленістю, співвідношенням між вологістю та аерацією ґрунту тощо).

Фітоценозом протягом року поглинається значна маса мінеральних речовин (табл. Б.6, додаток Б). З неї частина F залишається в річному прирості фітомаси (для широколистих лісів ця величина становить 70-120 кг/га), частина F_z разом з фітомасою, що поїдається первинними консументами, переходить до наступного трофічного рівня і далі мігрує по трофічній сітці аналогічно потокам енергії (див. розд. 9.1). Частина мінеральних елементів з фітоценозу надходить до атмосфери внаслідок транспірації T з хімічними виділеннями рослин (фітонцидами) Ph та з пилком K . З досліджень, проведених біля Валдайського озера, відомо, що ліс південної тайги за рік перекачує в атмосферу близько 8 т/км² речовин, при цьому з пилком – 04,7 т/км².

Більша частина мінеральних речовин, накопичена фітоценозом протягом року, повертається до ґрунту з річним опадом Z . Ця кількість може становити 80-90 % річної маси накопичених рослинами речовин. Завдяки цьому рослинність виконує в геосистемі важливу роль у замиканні потоків мінеральних речовин (їх організації у круговорот). Це дає змогу геосистемі неодноразово протягом року використовувати мінеральні речовини в продукційному процесі та утримувати їх від вимивання в корененедосяжні педогеогоризонти.

Антропічні аспекти. Забруднення та самоочищення геосистем. З розрахунків мас хімічних елементів, які щорічно залучаються до техногенних потоків, відомо, що з 60-х років XX ст. геохімічна діяльність людини за потужністю не поступається природним процесам. За рахунок цієї діяльності поверхня суші щорічно збагачується на мільйони

тонн Р, Ti, Cu, Mn, Zn, Pb та інших елементів, на десятки тисяч тонн Rb, H, Zr. Основні джерела надходження забруднень до геосистем – атмосфера, внесення добрив та обробка агрогеосистем пестицидами та отрутохімікатами, забруднені підземні води, захоронені в ґрунті та породах зони аерації техногенні речовини, зрошення стічними та забрудненими річковими водами.

Потрапляючи до атмосфери, забруднюючі речовини (це 90 % газів і 10 % твердих частинок) досить швидко розсіюються. Середня тривалість знаходження газів у тропосфері становить 2-4 місяці, аерозолів – 4 місяці біля тропосфери, 1 місяць у верхній та 6-10 діб у нижній тропосфері. Ці дані слід розглядати як орієнтовні, оскільки тривалість перебування викидів в атмосферу визначається багатьма метеорологічними умовами, які дуже мінливі в просторі й часі. Атмосферні забруднення можуть проникати в рослини внаслідок їх газообміну, осаду на поверхні листя та пагонах. При тривалій дії навіть невисоких концентрацій забруднень у рослин виникають хронічні пошкодження (депресія фотосинтезу, порушення росту, відмирання клітин тощо). Різні рослини неоднаково реагують на атмосферні забруднення. Найбільш чутливі до них лишайники, з дерев – ялина (до дії HF, SO₂, HCl), сосна (до HF, NH₃, SO₂), горіх (HF, NH₃), береза (PCI). Стійкими вважаються туя, деякі види дубів, кленів, граб.

Чутливість рослин до атмосферних забруднень залежить від едафічних факторів. Встановлено такі основні закономірності: *температура* – з її підвищенням чутливість рослин дещо зростає; *вологість повітря* – в діапазоні 30-60% чутливість рослин зростає слабо, понад 60% – різко; *вологість ґрунту* – чим вологіший ґрунт, тим чутливість більша, проте сукулентні галофіти на цей параметр практично не реагують; *наявність поживних елементів у ґрунті* – рослинність бідних, особливо піщаних ґрунтів чутлива до атмосферних забруднень, чим вищий у ґрунті вміст N, P, K та CaCO₃, тим чутливість менша; при нестачі в ґрунті пе-

вного елемента стійкість рослин до атмосферного забруднення менша.

Потрапляючи на поверхню ґрунту, забруднюючі речовини включаються у вертикальні потоки і при цьому можуть значно трансформувати їх налагоджений механізм. Це пов'язано з тим, що багато забруднюючих речовин здатні руйнувати деякі важливі ландшафтно-геохімічні бар'єри, створювати нові, змінювати тип тих, які були раніше, внаслідок зміни кислотно-лужних або окиснювально-відновних властивостей ґрунту змінювати і швидкість міграції різних речовин. Проходячи крізь ґрунт, забруднені води можуть частково або й повністю очищуватись, проте сам ґрунт при цьому забруднюється. Хімізм цього забруднення та вертикальний розподіл акумульованих речовин залежить від типу ландшафтно-геохімічних бар'єрів та їх місцезнаходження в геосистемі (див. табл. Б.5, додаток Б).

Будь-яку забруднюючу речовину, що потрапила до ґрунту, можуть поглинати живі організми. З рослин-автотрофів, які акумулюють забруднюючі речовини, починається забруднення всієї трофічної сітки геосистеми. Накопичення токсичних речовин у живих організмах збільшується з кожним наступним трофічним рівнем (додаток А, рис. А.13). Тому навіть незначна концентрація забруднюючих речовин у рослинах може викликати токсикацію тварин вищих трофічних рівнів.

Завдяки живим організмам забруднення залучається до круговороту мінеральних речовин, і виведення їх з геосистеми ускладнюється. Однак геосистеми мають певні механізми, що дозволяють їм знешкодити забруднення або вивести їх з круговороту та з геосистеми взагалі. Сукупність цих механізмів називається *самоочищенням геосистем*.

Самоочищення геосистем може реалізовуватись у трьох групах процесів: винесення забруднень за межі геосистем ґрунтовими водами, вітром та з урожаєм; зв'язуванням забруднень у важкодоступні (зокрема нерозчинні) форми, так що їх споживання живими організмами

стає практично неможливим; розкладання токсичних речовин на сполуки та елементи, які не є небезпечними для живих організмів.

Як умовну форму самоочищення геосистеми можна також вважати концентрацію забруднень на ландшафтно-геохімічних бар'єрах, які розташовані між ґрунтовим профілем та капілярною каймою ґрунтових вод (у так званому «мертвому горизонті»). Тут забруднюючі речовини можуть накопичуватися в легкорозчинній формі і в значних кількостях, але при цьому вони нешкідливі ні для рослин, ні для ґрунтових вод. Для коренів рослин забруднюючі речовини недосяжні, а проникнення їх до ґрунтових вод блокується ландшафтно-геохімічним бар'єром та (або) непромивним водним режимом геосистеми.

Типологія. Оскільки міграція мінеральних речовин визначається багатьма факторами і призводить до різноманітних наслідків, типізувати геосистеми за особливостями речовинних потоків можна за багатьма ознаками.

За хімічним складом особливе значення має типологія геосистем за елементами, які мають високий вміст (кларк) у геосистемі та енергійно мігрують і накопичуються в ній, визначаючи умови міграції й інших речовин. У геохімії ландшафту такі елементи називаються типоморфними і до них належать H, Fe, Al, Ca, Na, Mg, HCO_3 , SO_4 , H_2S , Cl та ін. За переважаючою роллю певного типоморфного елемента або їх групи виділяються відповідні типи геосистем, наприклад: кислі (H), кислі глейові (H-Fe) – поширені у хвойних лісах; кальцієві (Ca), кальцій-натрієві (Ca-Na) – в степах; натрієві (Na), хлоридно-натрієві (Cl-Na) – в геосистемах степових западин та подів із солончаками тощо.

Запропонована класифікація круговоротів зольних елементів та азоту, в якій враховано переважаючі елементи, що залучаються в круговорот, інтенсивність цього обороту (визначається відношенням щорічного опаду до всієї його маси), продуктивність та зональний тип екосистем, зольність рослин.

За типом круговороту мінеральних елементів можна розділити на: азотні низькозольні застійні (розвинуті в тундрі); кальцієво-азотні середньозольні сильно загальмованого обороту (поширені у хвойних та дрібнолистих лісах); азотно-кальцієві середньозольні загальмованого обороту (широколисті ліси); азотно-кремнієві середньозольні інтенсивного обороту (степи); натрієво-хлоридні дуже високозольні дуже інтенсивного обороту (солончаки) та інші типи, включаючи й такі, що враховують токсичні техногенні елементи, залучені до круговороту (наприклад, Sr-90 в соснових лісах біля Чорнобилю).

Потоки та акумуляція мінеральних речовин у геосистемах багато в чому визначаються ландшафтно-геохімічними бар'єрами, тому інформативною буде типологія геосистем за *складом та місцеположенням ландшафтно-геохімічних бар'єрів* у їх вертикальній структурі. За цими критеріями виділяються такі типи геосистем: безбар'єрні; фітобар'єрні (лісові геосистеми з високим індексом листяної поверхні); ризо-педобар'єрні (геосистеми, ландшафтно-геохімічні бар'єри яких містяться в межах кореневмісного шару ґрунту); педобар'єрні (бар'єри знаходяться у ґрунті нижче кореневої системи); літобар'єрні; комплексно-бар'єрні (наприклад, фіторизобар'єрні, педолітобар'єрні тощо).

Більшість геосистем належать до комплексно-бар'єрного типу.

Екобіоцентрична типологія. Продуктивність та видовий склад рослинних угруповань значною мірою визначаються вмістом у ґрунті поживних речовин (N, P, K та мікроелементів), тому багатство місцезростання можна вважати одним з головних критеріїв класифікації екоотопів. З ландшафтно-екологічного погляду найбільш відповідною можна вважати типологію умов місцезростань за *багатством ґрунту елементами живлення*. Виділяються такі геосистеми: оліготрофні (вкрай бідні на солі – 34-80 мг/л), семі-

оліготрофні (солей дуже мало – 75-82 мг/л), субмезотрофні (80-120), мезотрофні (порівняно насичені солями – 100-150), субевтрофні (добра забезпеченість солями – 150-200), евтрофні (найбільша забезпеченість солями за відсутності ознак засолення ґрунтів), пертрофні (забезпеченість солями більша за оптимум, але ще не пригнічує росту рослин).

За *ступенем засоленості ґрунтів* є такі геосистеми: глікофітні (слабкосолонцюваті ґрунти, ознаки пригнічення рослин невиразні), семігалофітні (глибокозасолені, середньосолонцюваті ґрунти), субгалофітні (середньо- та сильносолонцюваті засолені ґрунти), галофітні (солонці та поверхнево засолені ґрунти), супергалофітні (солончаки).

9.4 Продуційні процеси

Коротка історична довідка. Концептуальні основи аналізу продуційного процесу в екосистемі заклав Р. Шелфорд (1913), обґрунтувавши концепцію трофічних рівнів. На цій основі в екології досліджуються як енергетичні потоки, так і процеси продукування біомаси, оскільки енергія по трофічній сітці передається з продукцією. Історію цього питання подано в розд. 3.1. До неї слід лише додати, що вперше балансову модель продуційного процесу запропонував у 1932 р. *П. Бойсен-Йенсен*⁷², а в подальшому балансовий підхід аналізу продуктивності розвинули Р. Уїттекер, Н. І. Базилевич, А. А. Тітлянова, і він фактично став основою розроблення Джеєм Форрестером популярного в екології методу імітаційного моделювання екосистем.

Важливим етапом дослідження продуктивності екосистем було отримання оцінок біомаси та її складових (надземної, підземної, первинної, вторинної тощо). Хоч таку оцінку для біомаси Землі теоретично вирахував Ю. Лібіх ще в кінці XIX ст., даних щодо продуктивності та біомаси зональних екосистем планети фактично не було аж до розгортання робіт за Міжнародною біологічною програмою. Одержані дані в

середині – кінці 70-х років обробили та систематизували Р. Уїттекер і Г. Лайкенс у США та Л. Є. Родін, Н. І. Базилевич, А. А. Тітлянова – в Росії. При цьому оцінка біомаси Землі, зроблена Ю. Лібіхом, виявилася дуже близькою до сучасної, визначеної Р. Уїттекером за експериментальними даними.

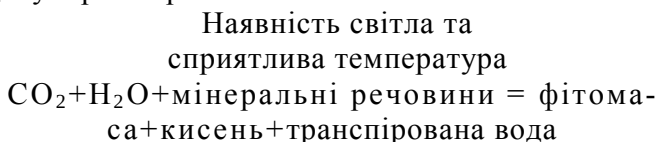
Фотосинтез як основна ланка продукційного процесу в геосистемі тривалий час досліджувався в межах фізіології рослин. О. І. Будаговський, А. О. Нечипорович та Ю. К. Росе були першими, хто вказав у 1964 р. на фізико-географічну (геосистемну) складову цього процесу. З того часу в дослідженні еколого-географічних факторів фотосинтезу досягнуто значних успіхів, хоч ще багато аспектів цього питання не з'ясовано.

Екологічні та географічні аспекти продукування гумусу розглядали ще в 30-х роках ХХ ст. І. В. Тюрін та В. Р. Вільямс. У повоєнні роки ці аспекти розвинули російські ґрунтознавці (Л. М. Александрова, М. М. Кононова та ін.) і особливо французька школа Ф. Дюшофура. З ландшафтно-екологічного погляду важливим є напрям сучасного ґрунтознавства, пов'язаний з оцінкою швидкості гумусоутворення та моделюванням цього процесу. Інтенсивне розроблення цих питань почалося з середини 70-х років ХХ ст. З того часу одержано дані щодо швидкості процесу формування гумусу в різних типах ґрунтів, запропоновано ряд моделей гумусоутворення.

Загальна схема. Продукційний процес геосистеми зручно розглядати як інтегральний, що складається з утворення органічної речовини рослинами (первинними продуцентами), потоку цієї речовини по трофічній сітці (утворення вторинної продукції) та продукування органічної речовини ґрунту. Крім власне утворення фіто-, зоомаси та гумусу, важливими результатами продукційного процесу є вуглецевий газообмін у геосистемі, зростання чисельності популяцій.

В основі продукційного процесу лежить фотосинтез. При ньому хімічно з'єднуються дві неорганічні сполуки –

CO₂ та H₂O – і утворюється органічна речовина – глюкоза. Внаслідок численних біохімічних реакцій глюкоза перетворюється в різні цукри, жири та целюлозу – основний матеріал, з якого складаються стінки рослинних клітин. Крім CO₂ та води, рослини для синтезу органічних речовин використовують і інші мінеральні речовини. Надходячи з ґрунту до рослин, вони, сполучаючись із вуглецем, киснем та воднем, утворюють білки, нуклеїнові кислоти та пігменти. Процес створення фітомаси можна зобразити у вигляді сумарного рівняння.



Фотосинтез суттєво залежить від багатьох ландшафтно-екологічних факторів. З них найбільше значення мають: світло, температура, вода, поживні речовини в ґрунті. З *інтенсивністю світла* фотосинтез пов'язаний лінійною залежністю, але до деякого оптимального рівня. Цей рівень називається світловим насиченням і в середньому становить 1 ккал/м² хв. При його досягненні інтенсивність фотосинтезу може дещо знизитись або лишається сталою. Крім інтенсивності світла, фотосинтез залежить і від тривалості освітлення – чим вона вища, тим більше продукується фітомаси.

Температура в умовах недостатньої освітленості, коли світло є лімітуючим фотосинтез фактором, мало впливає на нього. Проте при помірній освітленості інтенсивність фотосинтезу зростає з 2-5 разів при підвищенні температури на кожні 10° С. Залежність між інтенсивністю фотосинтезу та температурою описується кривою дзвоноподібної форми з відносно вузьким діапазоном оптимальних температур. Температурний оптимум у різних видів рослин дуже різний і становить від 16° С (для багатьох видів помірної пояси) до 38° С (тропічні рослини). Зниження фотосинтезу при високих температурах пояснюється збіль-

шенням витрат енергії на дихання.

Вода як фактор продуктивності виявляє різнобічну, але переважно посередню роль у фотосинтезі. Із зниженням вмісту вологи в ґрунті рослини зменшують її витрату на транспірацію і тому закривають продихи. Крізь них, крім вивільнення води, рослини поглинають з атмосфери CO_2 , необхідний для фотосинтезу, тому при закритті продихів цей процес уповільнюється, а при зниженні вологості ґрунту нижче точки в'янення поступово припиняється. Різні види рослин неоднаково реагують на водний дефіцит, та все ж є тісна залежність між біопродуктивністю та сумарним випаровуванням. Теоретично її обґрунтував Г. Пенман у 1956 р., а емпіричну залежність установив М. Розенцвейг:

$$\lg F_N = (1,66 \pm 0,27) \lg AE - (1,66 \pm 0,007),$$

де F_N — чиста первинна продукція надземних частин, г/м^2 ; AE — фактичне річне сумарне випаровування, мм.

Поживні речовини ґрунту. Для фотосинтезу, крім макроелементів, необхідні й мікроелементи, особливо Mn , Fe , Cl , Zn . В наявність їх у ґрунті в легкодоступній формі і не в токсичних кількостях сприяє фотосинтезу. Проте в багатьох геосистемах при добрих гідрокліматичних умовах для фотосинтезу його інтенсивність лімітується недостатньою кількістю поживних елементів у ґрунті, особливо тих, що знаходяться в мінімумі. При внесенні екологічно обґрунтованих норм мінеральних добрив фактор, що обмежує фотосинтез, знімається.

Утворена фітомаса (чиста первинна продукція) далі розподіляється між елементами геосистеми за схемою, аналогічною до потоків енергії за трофічною сіткою (див. рис. А. 10, додаток А). Згідно з Р. Уїттекером (1980) частка рослинної продукції, що споживається первинними консументами (травоядними тваринами), становить в агро-екосистемах 1 %, тундрових та пустельних 2-3, лісових 4-7, степових 10-15 %. І хоч у деяких геосистемах (наприклад, пасовищних) реальний відсоток первинної продукції, споживаної тваринами, може бути набагато більшим,

засвоюється вона лише частково (1-15 %), а більша її частина виводиться тваринами з екскрементами та при диханні. Тому з переходом на кожний наступний трофічний рівень зоомаса зменшується на 2-3 порядки (рис. А.13 б, додаток А).

Продуктивність геосистем та розподіл продукції між окремими ланками трофічної структури досить суттєво змінюються залежно від ландшафтно-екологічних умов (табл. Б.7, додаток Б).

Важливою складовою продукційного процесу в геосистемі є *продукування мікробної маси*. Внаслідок короткої тривалості життя переважної більшості популяцій мікроорганізмів (15-20 днів і менше) в помірному поясі за рік змінюється 6-7 їх поколінь, а в тропічному – більше 20. Окремі популяції бактерій дають за рік 30-40 генерацій і більше. Така велика швидкість відновлення біомаси приводить до значної величини її річної продукції. Так у лісовому опаді добова продукція грибного міцелію становить 1 г/м^2 , що приблизно відповідає продуктивності зернових культур. Майже такі самі оцінки продуктивності і для мікроорганізмів ґрунту – від 0,15 до 3,9 мг/г за добу. Щорічна продукція мікроорганізмів становить 200-500 ц/га, що набагато перевищує продуктивність вищих рослин.

Характерна особливість продукційного процесу мікроорганізмів полягає в чітко вираженій його пульсації — протягом року періоди інтенсивного продукування мікробної маси змінюються періодами його загасання. Пояснити ці зміни коливаннями температури та вологості ґрунту не завжди вдається; можливо, в основі цього феномену лежать чисто популяційні причини.

Хоч щорічна продукція мікроорганізмів дуже висока, їх жива біомаса на конкретний момент значно менша. Для дерново-підзолистих ґрунтів вона становить 0,17 мг/г, сірих лісових – 0,28, чорноземів – 0,38 мг/г ґрунту. Маса мертвої органічної речовини мікроорганізмів завжди перевищує живу, і її роль в інтегральному продукційному процесі геосистеми вважається вельми істотною – мертві

клітини мікроорганізмів є важливим матеріалом, з якого синтезується гумус.

Відтворення гумусу – не менш важлива ланка продукційного процесу в геосистемі, ніж продукування біомаси. Основним джерелом його формування є рослинний опад, екскременти тварин та клітини мікроорганізмів.

Швидкість та характер гуміфікації залежать від багатьох ландшафтно-екологічних факторів. З них найбільше значення мають кількість та склад рослинних рештків, режим вологості та аерації ґрунту, його кислотність, видовий склад мікроорганізмів та інтенсивність їх діяльності, мінералогічний та механічний склад ґрунту тощо. Багатофакторність процесу гумусонагромадження зумовлює складність теоретичних математичних моделей цього процесу. Проте емпіричні та емпірико-теоретичні моделі були запропоновані. Так, Ф. М. Лісецький (1990), узагальнивши наявні дані щодо темпів гумусонагромадження в різних типах ґрунтів, вивів досить простий вираз, що описує формування гумусового горизонту ґрунтів – H_r (мм) на породах суглинкового механічного складу:

$$H_r = Q^{2,1} (0,00051 - ke^{-bt}),$$

де Q – енергетичні витрати на ґрунтоутворення, Мдж/м² за рік; k – коефіцієнт типу ґрунту (у підзолистих ґрунтах k становить 0,00035, у чорноземах типових і звичайних – 0,00039, у чорноземах південних і темно-каштанових ґрунтів – 0,00044, у світло-каштанових та чорноземах карбонатних – 0,0004); b — параметр інтенсивності формування гумусового горизонту в різні періоди формування ґрунту (у чорноземах і каштанових ґрунтах b становить 0,00034; у дерново-підзолистих та глейових ґрунтах – 0,00095; t – час, роки.

Процес гуміфікації відбувається повільно (табл. Б.8, додаток Б), причому з вихідної маси рослинного опаду на гумус перетворюється не більше 10-30 %.

Антропічний аспект. З перетворенням природних геосистем у агрогеосистеми пов'язані суттєві зміни особливостей усіх ланок продукційного процесу.

Продуктивність агроценозів здебільшого нижча від природних фітоценозів, що були на їх місці. Це пояснюється тим, що поля щорічно розорюються, і ґрунт буває оголеним на початку та в кінці вегетативного періоду, коли природні екосистеми продовжують створювати продукцію. Так, річна продукція посівів зернових культур у помірному поясі становить 250-500 г/м², цукрових буряків 400-1000 г/м², тоді як лісів 600-2500, а степів 200-1500 г/м². Загальна причина меншої продуктивності агроугідь порівняно з природними є монодомінантність посівів – один вид не може використовувати ресурси зовнішнього середовища з такою самою ефективністю, як це робить суміш видів з різними екологічними вимогами, що властиві природним рослинним угрупованням. На врахуванні цієї закономірності ґрунтується перспективний підхід до підвищення продуктивності агроценозів: одновидові посіви сільськогосподарських рослин замінити на дво- та багатовидові з диференційованими екологічними нішами та амплітудами.

Інтенсивне ведення сільського господарства пов'язане з низкою прямих та побічних, вкрай небажаних в екологічному плані наслідків. Насамперед це виснаження ґрунту, його алелопатичне втомлення (накопичення продуктів виділення коренів рослин), забруднення ґрунту, а через нього – і ґрунтових вод та самої сільськогосподарської продукції залишковими продуктами розпаду пестицидів, нітратами, іншими сполуками, руйнування трофічної структури геосистем та нагромадження в її ланках токсичних елементів тощо.

Суттєвих змін зазнає утворення вторинної продукції в агрогеосистемах. На ріллі воно відбувається переважно за допомогою ґрунтових безхребетних та деяких видів птахів. Зомаса і тих, і інших тут у сотні разів менша, ніж у природних геосистемах. На пасовищах величина продукції трав'янистих тварин може набагато перевищувати продукцію цього

трофічного рівня природних степів та лук. Проте підтримання цієї маси на такому «надприродно» високому рівні призводить до надвипасу і швидкої деградації рослинних угруповань, первинна продукція яких знижується до критичної межі, і надалі використовувати такі угіддя під пасовища стає неможливим.

Формування гумусу в агрогеосистемах практично повністю позбавлене його найважливішого ресурсу – рослинного опаду. Внесення органічних добрив здебільшого не компенсує цієї втрати, тому після розорювання степів, лісів, луків відбувається інтенсивна дегуміфікація ґрунтів. Так, зіставивши дані картосхем вмісту гумусу, складених В. В. Докучаєвим 100 років тому (1879—1883), з матеріалами ґрунтових обстежень України, проведених у 1976—1981 рр., побачили, що вміст гумусу в чорноземах зменшився на 25-30%, а подекуди й більше. Якщо до розорювання степів переважали чорноземи з вмістом гумусу 7-10%, то зараз таких ґрунтів не залишилось, і домінують чорноземи, гумусу в яких не більше 5 %. Від незбалансованого внесення і розкладання органічної речовини щорічно чорноземи втрачають гумусу 0,3-0,8 т/га, а з ерозією – ще 0,4-1,2 т/га.

Типологія. *За величиною продуктивності* (чистої первинної продукції) геосистеми поділяють на непродуктивні (фітомаса не створюється – скелі, піщані пляжі тощо), низькопродуктивні (1-5 т/га), зниженої продуктивності (5-10), середньопродуктивні (10-15), підвищеної продуктивності (15-20), високопродуктивні (20-30), дуже високопродуктивні (більше 30 т/га на рік).

Розділ 10 Природно-антропогенні геосистеми. Антропогенний вплив на геосистеми

10.1 Історія впливу людини на природний ландшафт

У доісторичні часи, коли людина жила з дарів природи, рибальства і мисливства, вплив на природний ландшафт залишався незначним.

У новий кам'яний вік (близько 7000 років тому) без-

посереднє втручання людини стає очевидним через розкорчовування та випасання. Землеробство та тваринництво зумовлюють нові соціальні форми, людина стає осілою.

Кожне технічне вдосконалення, використання наявних природних ресурсів підвищує кількість харчових продуктів і стимулює зростання населення.

Приблизно за 1100 років до Різдва Христового (Р. Х.) (залізний вік) завдяки використанню сохи збільшуються оброблювані площі, зростає потреба в деревині (виробництво заліза). У Середземноморському регіоні діяльність людини поступово призвела до деградації лісу аж до його знищення (додаток Б, табл. Б.9). За 800 років до Р. Х. польово-трав'яне господарство провадилося без удобрення (чергувались обробіток землі і пари).

Близько 800 років у Франковії розвивався трирічний цикл з чергуванням озимих зернових культур, літніх озимих і парів (трипільне господарювання). За рік пару ґрунт поповнювався поживними речовинами, це протидіяло швидкому стомлюванню ґрунтів. Пізніше в ґрунт для підживлення вносили рештки рослин з лісу та пустища або торф.

Густота населення виросла з 4-5 мешканців на 1 км² у IX століття після Р. Х. До – 12-15 в 1150-х роках (42 мешканці на 1 км², близько 1800 р.). Зі зростанням населення, торгівлі та ремісничого поділу праці розвивалися райони з великою концентрацією населення, міські поселення.

Забруднення довкілля чи навантаження на нього (наприклад, через мідні та залізні рудники) залишалося локальним, але з інтенсифікацією використання розширювалося.

Виникають нові, залежні від людини екосистеми: рілля, пасовища, степи, негусті трави, розкидані луки (культурний ландшафт, близький до природного).

Коли під тиском зростання чисельності населення виробництво сільськогосподарської продукції вже не збільшувалося, спробували розширити сільськогоспо-

дарські корисні площі розкорчовуванням нових ділянок.

Починаючи з XVII—XVIII ст. осушено великі площі боліт після того, як з них було вибрано торф.

З індустріальною революцією (у Центральній Європі приблизно з 1800 р.) масштаби втручання людини суттєво збільшилися. Винаходи та відкриття принесли багато змін, які впливали на людину, суспільство та ландшафт (додаток А, рис. А.14).

Віра в прогрес і прагнення збільшити виробництво стали першочерговими. Механізація та впровадження техніки в сільському господарстві змінили структуру виробництва, землевпорядкування та системи землеробства. Мінеральні добрива змінили природні. Вартість промислової продукції перевищила вартість сільськогосподарської. Велике зростання чисельності населення призвело до його міграції в міста.

Зміна ландшафту в цей час стала ще більше відчутною. Близький до природи культурний ландшафт перетворюється на ландшафт, далекий від природи, з його шкідливим та обтяжливим впливом на людину та сусідні екосистеми.

В останні десятиліття звичайне сільське господарство в багатьох країнах розвинуло високораціоналізовані капіталомістки, але малотрудовитратні підприємства.

Викиди шкідливих речовин сільським господарством і промисловістю дедалі частіше перевищують критичні граничні величини для рослин, тварин і людини.

Нині всі галузі людського господарства щодня отримують майже 300 млн тонн речовин і матеріалів, спалюють близько 30 млн т палива, використовують 2 млрд м³ води і 65 млрд м³ кисню. Витрачаються величезні обсяги природних ресурсів, і триває масове забруднення природного середовища.

Порівняння антропогенних матеріальних потоків з параметрами біосферного кругообігу виявляє, що людська діяльність зумовлює суттєву частину біогеохімічної динаміки речовини на планеті. Загальне споживання прісної води людством досягло 2% об'єму вологи, що вводиться в біосферний

кругообіг транспірацією всіх рослин суші. Антропогенний обмін газів в атмосфері становить 15-18% усього біотичного газообміну. Рівень використання продукції біомаси досяг 10%. Людство в результаті своєї життєдіяльності повертає в атмосферу 1,5 Гт вуглекислого газу. На поверхню землі і до водоймищ переходить 3,9 Гт рідких і 0,7 Гт твердих відходів (екскрементів людей і побутового сміття). Різниця між приходом і витратами, близька до 100 млн т на рік, вказує на зростання чисельності маси людства та маси предметів і матеріалів індивідуального споживання.

Великі екологічні проблеми пов'язані з енергетикою і промисловим виробництвом, включаючи і промислові технології в сільському господарстві. Так, спалювання 10 Гт викопного палива, як і біологічне окиснення більш як 5 Гт рослинної біомаси за згодовування сільськогосподарських тварин, пов'язано зі споживанням 34-35 Гт кисню і поверненням в атмосферу 39-40 Гт вуглекислого газу, 9-10 Гт вологи (не включаючи техногенного випаровування вільної води). Крім того, в повітря потрапляють продукти неповного згорання, різні пилодимові аерозолі, оксиди, солі, велика маса різноманітних летких речовин, які виділяються в процесі виробництва, роботи автотранспорту. Загальна маса цих домішок – 2 Гт на рік.

Більш як 100 Гт твердих і рідких відходів утворюють за рік добувна і переробна промисловість. Близько 15% потрапляє зі стоками у водоймища, інше – додається до відвалів, так званої порожньої породи, звалища, сховища і поховань промислових відходів.

Таким чином, критичну ситуацію кінця XX століття утворюють такі негативні тенденції.

Споживання ресурсів Землі настільки перевищило темпи їх природного відтворення, що виснаження природних багатств почало відчутно впливати на їх використання, на національну і світову економіку, призвело до незворотного збіднення літосфери і біосфери.

Відходи, побічні продукти виробництва і побуту на-

стілки вже забруднюють біосферу, що деформують екологічні системи, порушують глобальний кругообіг речовин і створюють загрозу для життя на планеті.

Суттєвою відмінністю антропогенного масообміну від біотичного кругообігу речовин у природі є те, що перший не утворює або майже не утворює замкнених циклів. Він розімкнений і в якісному, і в кількісному сенсі. Реально може бути відновлена тільки частина біологічних ресурсів, вилучених людиною з природи. Утилізована біотою або нейтралізована в результаті біогеохімічної міграції речовин може бути тільки частина відходів виробництва. Темпи відновлення, утилізації і нейтралізації в сучасну епоху відстають від темпів вилучення ресурсів і забруднення середовища. У зв'язку з тим, що антропогенний обмін становить суттєву частину біосферного кругообігу речовин, своєю розімкнутістю він порушує високий ступінь замкненості глобального біотичного кругообігу, який вироблено в тривалій еволюції і який є найважливішою умовою стаціонарного стану біосфери.

10.2 Антропогенний ландшафт і його місце в ландшафтній сфері Землі

Структуру сучасної ландшафтної сфери Землі, співвідношення природних і антропогенних ландшафтів наведено на рис. А.15 (додаток А).

Антропогенний ландшафт – ландшафт, у якому на всій або на більшій площі під впливом людини докорінній зміні піддався хоча б один з компонентів ландшафту, у тому числі і рослинність (Мільков, 1990).

Антропогенні ландшафти, незважаючи на те, що створені людиною, є в своїй основі природними комплексами і в своєму розвитку підкоряються природним закономірностям.

Розрізняють антропогенний ландшафт і ландшафтно-техногенний комплекс (систему).

На відміну від антропогенного ландшафту в *ландшафтно-техногенних системах* провідну роль відіграє технічний блок, функціонування якого спрямовує і контролює лю-

дина. Такі системи не здатні до природного саморозвитку. Прикладом ландшафтно-техногенного комплексу можуть бути території промислових підприємств, автомобільні і залізничні магістралі зі штучними формами рельєфу та ін.

В антропогенних серіях головним критерієм для подальшої класифікації ландшафтних одиниць використовують тип землекористування. Існують різні схеми класифікації антропогенного ландшафту. Класифікація Мількова (1973, 1990) є найбільш завершеною (додаток Б, табл. Б.10).

За Мільковим, **клас антропогенних ландшафтів** – це сукупність комплексів, пов'язана з діяльністю людини в якій-небудь одній галузі народного господарства.

Вирізняють такі класи антропогенного ландшафту: сільськогосподарський; промисловий; лінійно-дорожній; лісовий антропогенний; водний антропогенний; рекреаційний; селітебний; белігеративний.

Антропогенний тип ландшафту – система взаємозв'язаних комплексів, що виникає при певному виді господарської діяльності. Так, повсюдно поширений у місцях видобутку корисних копалин відкритим способом – кар'єрно-відвальний тип ландшафту. Каменоломні пустки – зразок акультурного промислового типу місцевості, що виник на місці покинутих каменоломень. Тип місцевості окультурених гідровідвалів – поєднання зарибнених озер, низинних боліт і луків, лісопосадок і плодових садів.

Антропогенний тип урочища. Антропогенні урочища можуть траплятися як види в сімействі природних урочищ (степова для луку балка, що штучно ззелісена, в лісостеповій зоні) або утворювати самостійні сімейства антропогенних урочищ, наприклад, ставки. За аналогією з природними антропогенні урочища можуть бути простими і складними. Так, більшість ставків великих і середніх розмірів є складними урочищами, що складаються з взаємозв'язаної системи простих урочищ: прибережжя, центрального глибоководдя, вершинного мілководдя. Інший приклад простого і складного урочища – одиночний курган і курганна група.

Подальший підрозділ антропогенних ландшафтів полягає у виокремленні підкласів, типів (зонально-поясних типів), підтипів і урочищ.

Біогеоценози є ніби «вписаними» в структуру ландшафтів, збігаючись межами з ландшафтними фаціями – найменшими таксономічними одиницями поділу ландшафтної сфери Землі.

10.3 Загальна характеристика антропогенних ландшафтів України

У результаті тривалої історії освоєння людиною території України сформувалися сучасні антропогенні ландшафти. Природні чинники діють неоднаково на ті чи інші антропогенні ландшафти. Так, на функціонування сільськогосподарських та лісогосподарських антропогенних ландшафтів вони діють безпосередньо. Це виявляється у формуванні відповідних для природи умов систем землеробства, комплексів, що найбільш повно враховують наявні ґрунтово-кліматичні умови і матеріально-технічні ресурси. Отже, сільськогосподарські та лісогосподарські антропогенні ландшафти слід віднести до зональних. До азональних антропогенних ландшафтів можна віднести селітебні, водогосподарські, промислові, дорожні, белігеративні, сакральні, тафальні антропогенні ландшафти, тому що дія на них природних чинників опосередкована чи значно менша.

Завдяки тому, що сільськогосподарські та лісогосподарські антропогенні ландшафти є фоновими, на території України визначають характер сучасних природних і антропогенних процесів. Особливості ландшафтної структури є зональними. Їх зональні риси найбільш повно проявляються у специфіці функціонування ландшафтних комплексів, типових для сільськогосподарських польових та лісокультурних антропогенних ландшафтів. До зональних належать і рекреаційні ландшафти.

Зональні антропогенні ландшафти

Сільськогосподарські ландшафти – ландшафти, що формуються для цілей і під впливом сільськогосподарського

виробництва. Виникають у процесі використання земель, рослинний і ґрунтовий покрив яких зазнає суттєвих змін і що більшою чи меншою мірою перебуває під контролем людини.

Попередній аналіз історико–географічних особливостей функціонування сільськогосподарських ландшафтів показує, що протягом двох останніх тисячоліть вони домінували серед антропогенних, а з кінця XVIII ст. і до теперішнього часу є фоновими у структурі сучасних ландшафтів України. На території України сільськогосподарські ландшафти займають 62%, для порівняння в Англії – 26,6%, Франції – 32-35%. Основна частина зосереджена в зоні лісостепу і степу (Кіровоградська, Вінницька, Черкаська, Полтавська, Миколаївська, Запорізька області).

Сільськогосподарські ландшафти України характеризуються високою різноманітністю, що часто призводить до їх ототожнення з типами використовуваних сільськогосподарських угідь.

У розумінні фахівців сільськогосподарські типи угідь, агровиробничі групи земель – це здебільшого «спосіб використання земель», а потім уже їх природна та інші характеристики. Ландшафтознавці на перше місце висувують особливості земель як природного утворення, а тому типи земель близькі за змістом до типологічних урочищ, підурочищ. У типах використовуваних земель досліджується структура та екологічний ефект від впливу людини на природу та її територіальні комплекси. Антропогенне ландшафтознавство цікавить фізико – географічний та екологічний аспекти наслідків антропогенного впливу людини на природу і її територіальні комплекси: як змінюються елементи рельєфу, ґрунтові води, ґрунти, біота ландшафтних комплексів, розораного поля, саду.

За характером основних видів виробничої діяльності людей сільськогосподарські ландшафти України можна розділити на три підкласи – польовий, лучно–пасовищний, садовий.

Польові ландшафти у структурі сільськогосподарсь-

ких займають найбільші площі. Так, з 15,3 млн га сільськогосподарських земель лісостепу України під зораними перебувають 13,2 млн га (86,6%). Ще більші їх площі у межах лісостепу – Вінницької, Тернопільської, Кіровоградської, де вони досягають 90%. Це максимальна величина, а можливостей подальшого розширення площ польових ландшафтів тут немає. За особливостями організації польові ландшафти доцільно розділяти на власне польові й польові ландшафтно-інженерні системи. Функціонування власне польових ландшафтів забезпечується щорічним переорюванням верхнього шару ґрунту, внесенням добрив і отрутохімікатів, а також створенням штучних агрофітоценозів. У польових ландшафтно-інженерних системах діє ще один чинник – активні інженерні споруди, що забезпечують відповідний водний режим, мікроклімат.

Зразком сільськогосподарської ландшафтно-інженерної системи є теплиці. Вони мають обмежене розповсюдження, проте в селах Придніпров'я і Придністров'я займають 2-7% їх площ; збільшується їх кількість на околицях великих міст. Не такими досконалими, проте значно поширеними є поля, сади, луки зі зрошувальними каналами і дощувальними пристроями. Під контролем інженерних споруд тут знаходяться посіви, водний режим, частково мікроклімат і стан ґрунтового покриву.

У переважаючій сьогодні травопільній системі землеробства розорювання земель повсюдно відбувається однаково – плугом на глибину 15-20, 30-35 см з подальшим боронуванням, ущільненням. Переорювання і перемішування з добривами й отрутохімікатами – геологічний процес, який на даний час не має тут собі рівних. Завдяки його постійній дії частково або повністю припинився процес натурального формування ґрунтового покриву, його поступова зміна антропогенними ґрунтами та ґрунтосумішами. Старозорані землі на значних площах набули нових ознак, які помітно відрізняють їх від натуральних аналогів.

Сучасне розорювання активізувало розвиток хоча і

характерних, але не таких катастрофічних у минулому для України несприятливих ерозійно-аккумулятивних процесів. Антропогенною ерозією зайнято від 35 до 65% зораних земель. Значна частина ґрунту виводиться з полів з корінням сільськогосподарських культур. Ним інколи засипають яри, балки, підсипають дороги. Ці та інші разом узяті несприятливі чинники і низька агротехніка призводять до знищення площ польових ландшафтів щорічно на десятки тисяч га. Середні витрати гумусу на рік становлять 0,5-0,6 т/га, а з усієї орної землі 17-20 млн т. З 1838 р. і до наших днів витрати гумусу в ґрунтах Полісся становлять 19, лісостепу – 72, степу – 20%. Ці втрати викликали агрофізичну деградацію ґрунтів – підвищення їх щільності, погіршення структури, зниження водопроникності.

Лучно-пасовищні ландшафти – невід’ємна, а в окремих регіонах і характерна складова сільськогосподарських ландшафтів України. Їх площі постійно скорочувалися до середини 90-х рр. ХХ ст. Скорочення площ лучно-пасовищних ландшафтів було зумовлено їх розорюванням забудовою, переведенням у категорію «непридатних». З початку 90-х рр. ХХ ст. площі лучно-пасовищних ландшафтів зростають. Антропогенна суть сучасних лук показала в працях геоботаніків. Про суходільні луки В.В. Альохін писав: «Це луки явно вторинного походження і за відсутності впливу з боку людини заростають знову лісом». Те саме стосується і більшості заплавлених лук. Існування лучно-пасовищних ландшафтів довгий час підтримується систематичним сінокошінням і випасом худоби. Можна сказати, що сінокошіння і випас – регулююча основа лук, хоча ступінь саморегуляції у них вищий, ніж у польового і садового типів ландшафтів, і близький до природно-степового типу. Впродовж останнього сторіччя все більшу роль у функціонуванні лучно-пасовищних ландшафтів відіграють меліоративні та зрошувальні системи. За особливостями організації лучно-пасовищні ландшафти розділяють на власне лучно-пасовищні та лучно-пасовищні інженерні системи. Їх співвідношення неоднакове

в окремих регіонах, типах місцевостей.

Садові ландшафти. У порівнянні з польовими і лучно-пасовищними підкласами їх ареал поширення значно вузьчий. Садові характеризуються значно складнішим рельєфом. Як і раніше, тепер сади створюють на крутих схилах. У їх структурі збільшується роль (до 12%) техногенних елементів – терасових схилів, засипаних і вирівняних ярів. Це помітно виділяє їх у структурі сільськогосподарських ландшафтів. Разом з тим ландшафтні дослідження господарства показали, що суспільне терасування крутих схилів, походження і характеру природних процесів призвело до розвитку зсувів і опливин у межах терас. Садові ландшафти окремими ознаками подібні до лісокультурних насаджень, проте відрізняються менш вираженою саморегуляцією і глибокою антропогенною перебудовою ґрунтів. Більше того, 47% садів створено на місці колишніх польових ландшафтів. У садах постійно розорюють міжряддя, вносять добрива, інколи штучний полив.

Мікрокліматичні умови в садах помітно відрізняються від прилеглих ландшафтів. Тут завжди панує затишок, повітря на 5-9% вологіше, швидкість вітру, залежно від розташування саду завжди менше (0,5-1,5 м/с), температура як взимку, так і влітку на 1-2⁰ нижча доквілля. Як і раніше, в садах переважають різні сорти яблунь і груш, серед допоміжних – вишні, черешні, сливи, з кущів – смородина, малина, чорна горобина. Особливе місце в структурі садових ландшафтів посідають виноградники і пальметні сади. Вони стосуються південної та західної частин України (Івано-Франківська, Чернівецька, Одеська, Херсонська, Миколаївська області та АРК).

При переході від однієї зони до інших характер садових ландшафтів змінюється. Це помітно не лише у видовому складі садових насаджень, мікрокліматі та ґрунтах, але і особливостях агротехніки, зростання ролі технічних елементів та ландшафтно-інженерних поливних систем, складі спеціалізованих бур'янів та шкідників тваринного світу.

Лісогосподарські ландшафти – ландшафти, що формуються для цілей і під впливом лісового господарства. На противагу іншим антропогенним ландшафтам лісові протягом довготривалого і різнобічного господарського освоєння не формували, а знищували. На їх місці виникли сільськогосподарські, промислові та інші антропогенні комплекси. Ті лісогосподарські ландшафти, що лишилися на території України, є складним поєднанням штучних насаджень – лісокультур та докорінно змінених залишків натуральної лісової рослинності. У процесі польових досліджень, аналізу архівних і фондових матеріалів не знайдено жодного лісового масиву, який за останні півтора–два століття не вирубували хоча б 2-3 рази.

У структурі лісових антропогенних ландшафтів доцільно виділяти: умовно натуральні, похідні та лісокультурні лісові ландшафти.

Умовно-натуральні переважають у Карпатах, Криму, Поліссі (Івано-Франківська, Львівська, Житомирська, Чернігівська, Волинська, Київська області та АРК).

Похідні лісогосподарські ландшафти переважають у зоні лісостепу (Полтавська, Сумська, Вінницька, Черкаська, Хмельницька області).

Лісокультурні лісові ландшафти – ліси того самого типу, що і до вирубки, відновлення яких відбулося стихійно, частіше вегетативним шляхом, паростками з пнів. На даний час це найбільш продуктивні ліси, але вони займають лише 28-32% площ лісових масивів. Неодноразові вирубки знижують довговічність і продуктивність на 5-7, а то й 10-12% кожного нового покоління паростків лісів. Змінюються структура ярусів та видовий склад деревостанів та підліску. Вторинні або похідні, лісові ландшафти формуються на місці корінних після вирубки шляхом захоплення їх площ малоцінними деревними культурами, що активно ростуть на освітлених місцях. Як і умовно натуральні, похідні ліси значно поширені і займають до 20-22% лісових площ України. Їх неважко відрізнити від корінних або умовно натуральних. У похі-

дних лісах можна побачити сліди (залишки) корінних лісів: пні, паростки, чагарники, трави, які їм не властиві. Лісокультурні ландшафти – ліси, штучно насаджені людиною. У густозаселених районах вони займають більші площі, ліси похідні та умовно натуральні, поширені на території всієї України, але особливо виділяються Донецька, Харківська та Луганська області.

Звичайно, що найменше труднощів виникає при створенні лісокультур у смузі мішаних лісів з їх оптимальними умовами для росту лісу. У лісостепу і степу приживлюваність і подальший розвиток залежать від вибору місця, складу порід і способу посадки та особливо лісотехніки (догляду).

Лісокультурні ландшафти України належать до типу багаторічних, частково рекультивованих антропогенних комплексів. При вдалому виборі порід дерев, місця посадки і необхідній лісотехніці вони можуть існувати десятиріччями і навіть не одне сторіччя. Після знищення штучних посадок лісу, так само як і натуральних, залишаються помітні сліди – пні, паростки, кущі та трави, які не властиві корінному лісу.

Таким чином, територія України – це складне природно-господарське (антропогенне) утворення, що сформувалось завдяки просторовому об'єднанню і тривалому функціонуванню здебільшого сільськогосподарських і лісгосподарських антропогенних ландшафтів.

Азональні антропогенні ландшафти України

До азональних антропогенних ландшафтів Ф.М. Мільков відносить селітебні, промислові, водогосподарські та дорожні ландшафти.

Селітебні ландшафти. Ландшафти заселених територій, або селітебні, займають особливе місце в системі антропогенних ландшафтів. З їх появою почався активний процес антропогенізації натуральних та формування антропогенних ландшафтів. Створена система поселень формує своєрідний каркас антропогенних ландшафтів України, а люди і техніка, що тут знаходяться, – основне джерело їх подальшого формування. З ландшафтознавчого погляду вперше селитьбу ро-

зглянув Ф.М.Мільков – «селітебні ландшафти» – це антропогенні ландшафти населених пунктів: міст і сіл з їх будовами, вулицями, дорогами, садами і парками. Враховуючи глибину перетворення природних ландшафтів, селітебні ландшафти розділяють на два типи: міські та сільські антропогенні ландшафти. Складність полягає в тому, що в наш час не існує точних та універсальних ознак для розмежування міста та села. Більше того, всі землі населених пунктів розподіляють на три групи: землі міст, землі селищ міського типу та землі сіл.

Міські ландшафти – ландшафти багатоцільового призначення, що формуються у процесі створення і функціонування міст. Міста з їх господарством і їх скупчення населення являють собою найбільш активну форму впливу людини на природу. Природні ландшафти при цьому докорінно перебудовуються, на їх місці формуються якісно нові антропогенні комплекси і системи, що отримують назву міських ландшафтів. Різноманітні методи і підходи досліджень дали можливість встановити, що якісні відмінності сучасної структури міських ландшафтів України, зумовлені просторовим поширенням міст, особливості структури попередніх ландшафтних комплексів, історією формування та архітектурно-планувальними рішеннями, їх будівництва, розмірами і функціями, а власне характером та напрямом розвитку нових взаємозв'язків, що виникають у природі. Виникнення та розвиток останніх зумовлений переходом у межах міст натуральних компонентів і ландшафтних компонентів в антропогенні. Подальше їх функціонування відбувається в структурі міських антропогенних ландшафтів та ландшафтно-технічних систем. Географічне поширення міських антропогенних ландшафтів стосується найбільш густозаселених областей України, що зосереджені на сході (Донецька, Луганська та Харківська області).

Малоповерховий тип міських ландшафтів. Завдяки тому, що в Україні історично склався екстенсивний тип територіального розвитку міст, цей тип ландшафтів значно поши-

рений і займає великі площі. У багатьох містах він домінує або становить основну частину адміністративних районів міста. Розширення площ цього типу ландшафтів відбувається завдяки включенню в межі міст населених пунктів прилеглих територій та виділення ділянок під індивідуальну забудову. Займає схилів, розчленовані балками і навіть яри та горбисті місцевості, рідше формуються в межах терасового комплексу та вододілів. Забудова малоповерхового типу міських ландшафтів сучасними житловими комплексами та промисловими забудовами призвела за останнє десятиліття до поступового зменшення його площ і трансформації в інші типи міських ландшафтів, здебільшого багатопверховий. Малоповерховий тип міського типу ландшафту – це складна мозаїка невеликих за площею ландшафтно-технічних комплексів і антропогенних ландшафтів. Ландшафтно-техногенні комплекси представлені одно- і двоповерховими будівлями; ландшафтно-інженерні – теплими, невеликими промисловими об'єктами, діючими кар'єрами і займають не більше 20–24% території. Однак їх площі постійно зростають. У структурі антропогенних комплексів переважають присадибні ділянки, інколи незначні ділянки лісових масивів, яри, покинуті кар'єри. Дещо вище (на 1-3°) середньорічні температури в містах і висока агрокультура дозволяють у межах України вирощувати на присадибних ділянках незональні види плодівих дерев, кущів та винограду.

Багатопверховий тип міських ландшафтів формує «образ» і основні риси ландшафтної структури великих і значної частини середніх міст. У нових, побудованих біля теплових, атомних, гідроелектростанцій, великих промислових об'єктів і кар'єрів містах – цей тип ландшафту домінуючий. Розширення його території відбувається за рахунок сільськогосподарських і лісгосподарських угідь, а в містах – території малоповерхового типу ландшафтів та населених ділянок терас. Багатопверховий тип міського ландшафту в основному утворюється на вирівняних і слабо хвилястих поверхнях вододілів (Житомир, Полтава, Кіровоград), терас (Черкаси,

Канів), за останні десятиріччя райони забудов охоплюють долини річок (Хмельницький, Тернопіль), крупних балок, а також насипні ділянки.

У структурі багатоповерхового типу ландшафтів переважають ландшафтно-технічні комплекси у вигляді багатоповерхових будинків, асфальтованих доріг і площ.

На особливу увагу заслуговують характерні для міст України історико-архітектурні комплекси (Львів, Кам'янець-Подільський, Полтава, Чернігів) з їх дуже щільною середньоповерховою периметральною забудовою та оригінальною архітектурою. Ускладнюють структуру багатоповерхового типу міського ландшафту ділянки з малоповерховою та промисловою забудовами.

Промислово-селітебний тип міського ландшафту формується з середини XIX ст. завдяки будівництву в містах великих промислових об'єктів. Стосується вирівняних або слабо хвилястих поверхонь терас (Вінниця, Луцьк, Черкаси, Полтава) або вододілів (Тернопіль, Кам'янець-Подільський). Наявність великих масивів «закритих» ґрунтів з асфальтовим і кам'яним покриттям, високий ступінь насичення техногенними об'єктами особливого функціонального призначення і своєрідні мікрокліматичні умови – характерні ознаки промислово-селітебного типу міського ландшафту. Завдяки їм біоценози промислових територій помітно відрізняються від біоценозів інших типів міських ландшафтів, які їх оточують.

Структуру промислово-селітебних ландшафтів урізноманітнюють ділянки і масиви мало- і багатоповерхової забудови, технічні водойми, рекреаційні комплекси та зелені насадження. Цей тип ландшафту визначає сучасну екологічну ситуацію в містах України.

Водно-рекреаційний тип міського ландшафту займає 0,4-4% території сучасних міст. Помітно зростає його значення в містах, розташованих на берегах великих водосховищ і річок. Крім водосховищ, в структуру водно-рекреаційного типу ландшафту входять ставки та водні комплекси у відпрацьованих кар'єрах, «міські» ділянки каналів, русел річок, а

також прибережні смуги вздовж них, що інтенсивно використовуються міськими жителями для рекреації.

У процесі рекреаційного використання ландшафтні комплекси зазнають тут докорінних змін. У них спрямляють і поглиблюють русла річок, засипають мілководдя або на їх місці створюють штучні пляжі, береги річок перетворюються в монолітні набережні або дамби. Водні комплекси даного типу ландшафту хоча і вирішують окремі проблеми міст (рекреаційні, водозабезпечення, частково транспортні), проте не завжди сприятливо впливають на загальний стан функціонування екосистеми міст. Займаючи найнижчі ділянки території міст, вони концентрують в собі значну частину стоків, сильно забруднені. У структурі водно-рекреаційного типу міського ландшафту частка ландшафтно-техногенних комплексів незначна: будівлі електростанцій, дамби, спортивні комплекси.

Садово-парковий тип міського ландшафту. У містах України, особливо у її центральних і західних районах, активно формуються з 17-18-го ст. Тепер сади і парки відіграють помітну роль у ландшафтній структурі міст і займають від 6-8 до 18% їх території (Львів, Гадяч, Конотоп, Умань). Вони стосуються крупних схилів і заплав долин річок, балок, значно менше зустрічаються на вододілах. Це оригінальні зразки садово-паркової архітектури з багатим видовим складом місцевих та інтродукованих дерев і кущів, мальовничих полян і водойм, концертних та спортивних майданчиків. Наявність останніх та густа мережа пішохідних доріг, оглядових майданчиків збільшує тут кількість площі ландшафтно-техногенних комплексів. У середніх і малих містах садово-парковий і водно-рекреаційний типи ландшафтів органічно зливаються та їх доцільно об'єднати в один парково-рекреаційний тип.

Сільські селітебні ландшафти. На розташування сільських населених пунктів впливали різні чинники – природні, історичні й екологічні. Природні чинники завжди мали вирішальне значення, однак за останнє десятиріччя роль екологічних чинників помітно зросла. Більше 360 населених пу-

нктів «перенесено» на вододіли при будівництві каскадів водосховищ на Дніпрі та Дністрі; десятки нових сіл побудовано для жителів Чорнобильської зони, села формуються біля розробок корисних копалин, об'єктів сільського виробництва. Значно зросла площа сільських селітебних ландшафтів за рахунок дачних масивів.

Як тип ландшафту села більш стародавні, ніж міські поселення. На території України почали формуватися у пізньому палеоліті (35-40 тис. р.). У подальшому система сільських поселень постійно розширювалась, села неодноразово змінювали своє місце розташування, зникали і знову відроджувались, охоплюючи все нові й нові території.

Першими зазнають зміни рослинність і пов'язаний з нею тваринний світ. Тут переважають насадження плодових дерев і кущів, а також овочеві культури. Ґрунти присадибних ділянок добре угноєні, доглянуті та інтенсивно використовуються. Будівлі та розорювання змінюють поверхневий стік у селах: у смузі мішаних лісів характерні канали для відведення зайвих вод, у степу і лісостепу – дамби для їх затримки. У кожному селі пробурені свердловини і побудовані колодязі, що дозволяє частково використовувати підземні води. У «старих» селах помітно змінений рельєф: терасові круті схили, засипані невеликі яри, кар'єри.

Крім природних компонентів, докорінно перебудовуються ландшафтні комплекси. У сучасній структурі селітебних ландшафтів домінують власне антропогенні; ландшафтно-технічні і частково натуральні комплекси. В Україні мало придатними для заселення вважаються останцево-вододільний і вододільний типи місцевостей. Вони характеризуються глибокими заляганнями ґрунтових вод, несприятливим для життя людей вітровим режимом і наявністю родючих ґрунтів. Завдяки цьому сіл тут мало, вони невеликі, часто займають верхів'я улоговин, ставків. У ландшафтній структурі домінують антропогенні урочища присадибних ділянок і городів, ландшафтно-техногенні комплекси житлових і господарських споруд.

Порічковий тип місцевостей щільно заселений повсюдно. На Середньому Придністров'ї, Правобережжі Дніпра, Волинській і Середньоруській височинах та схилах долин річок розташовано 78% сіл. Цьому сприяють близькість до річкової води та неглибоке залягання ґрунтових вод у балках, сприятливі мікрокліматичні умови. Житлові будинки, дороги, господарські споруди, городи і сади розташовані на штучних терасах або в нішах схилів долин річок і балок. Техногенні комплекси займають 38 % селітебних ландшафтів. Антропогенні урочища садів і городів у прирічкових селах займають родючі землі заплав або привододільних просторів. Структуру сільських селітебних ландшафтів, що стосуються схилового типу місцевостей, ускладнюють натуральні ландшафтні комплекси – ділянки лісу, яри і балки.

Водні антропогенні ландшафти виникають у процесі створення штучних водоймищ і водотоків.

У структурі водних антропогенних ландшафтів України переважають водосховища, ставки та канали.

Водосховища – основа водних антропогенних ландшафтів України. Більшість водосховищ України внаслідок невеликих розмірів є складовими частинами наземних ландшафтів фізико-географічних районів. У їх ландшафтній структурі домінує мілководний тип ландшафту. Всю акваторію він займає на акваторіях малих і середніх річок. Багатство рослинного і тваринного світу зробили цей тип ландшафту придатним для потреб рекреації. Настане час, коли мілководні водосховища перетворяться у низинні болота. Глибоководний тип ландшафту характерний для невеликої кількості водосховищ, де він займає від 24 до 62% площі водойм. На водосховищах Дніпра і Дністра цей тип ландшафту пануючий. Накопичення намулу тут продовжується активно і в зрілу стадію розвитку, постійно зростає концентрація органічної речовини.

Ставки – характерна ознака ландшафтів України. Маючи значні розміри та об'єми води, вони являють собою урочища або групу урочищ відповідного типу місцевостей

наземних ландшафтів. Саме належністю до певного типу місцевостей визначаються основні ознаки ставків – розміри та морфологія, інтенсивність замулення. Ставки поширені у лісостепу, степу, менше – на Поліссі.

Канали – антропогенна «річкова мережа» України, створена протягом ХХ ст. Їх довжина перевищує довжину русел річок першого та другого порядків. Існуючі канали розподіляють на 2 типи: річкові та магістральні. Для України характерними є річкові канали. Вони створені шляхом поглиблення та випрямлення натуральних русел річок або в заплавах з метою осушення. Їх будівництво активно велося у 60-70-х р. ХХ ст. У 80-х роках русла річок меліоровані (замінені каналами) вздовж 18 000 км², верхів'я річок, а також їх притоки, перетворені в систему каналів. Схили каналів не закріплені, часто розливаються, що призводить до їх замулення і заростання болотною рудеральною рослинністю (рудеральні рослини – рослини, що ростуть на засмічених місцях, уздовж доріг тощо).

Річкові канали виконують дві функції: знижують рівень ґрунтових вод у заплавах, болотах з метою більш раціонального використання зволжених земель або відводять воду з основного русла в заплави, ставки, на млини, турбіни електростанцій, заводи. Після завершення експлуатації канали заростають і поступово перетворюються у лінійно витягнуті болота або сухі, інколи з вологим дном пониження. Натуральними аналогами покинутих каналів є стариці та сухі русла річок. Інколи їх важко розрізнити. Проте від річки канал відрізняє водний режим, від стариці – високі (до 1,5 м), незаболочені береги. Поширені в степу, лісостепу (АРК, Донецька, Одеська та Миколаївська області). Канали, як і ставки, докорінно перебудовують ландшафтну структуру русел річок та їх заплав.

Промислові (гірничопромислові) ландшафти. Гірничопромислові ландшафти, що сформувалися в Україні, відрізняються складною внутрішньою структурою. Їх особливості залежать від способу розроблення, технології видобутку

сировини, рельєфу, гідрологічного режиму і ґрунтів відпрацьованих ділянок, характеру оточуючих ландшафтів. Переважно це азональні ландшафтні комплекси, у структурі яких виділяються 3 типи: кар'єрно-відвальний, торфово-болотних пустищ і териконно-псевдокарстовий.

Ка'єрно-відвальний тип ландшафту. Цей тип промислових ландшафтів займає особливе місце в структурі ландшафтів України. 82% корисних копалин видобувається відкритим способом. За багатовікову історію освоєння мінеральних ресурсів сформувалися різновікові кар'єрно-відвальні комплекси. Вони знаходяться на різних стадіях розвитку. Частина з них рекультивована, але більшість належить до категорій тих, що саморегулюються. Окремі з них можуть бути віднесені до розряду окультурених; вони давно використовуються в рекреації як пасовища та сінокоси.

Нерекультивовані кар'єрно-відвальні ландшафти представлені декількома типами місцевостей та їх варіантами.

Тип місцевостей «кам'янистий бедленд». Цей тип місцевості вперше був виділений Ф.М. Мільковим. У межах України він поширений повсюдно і займає близько 46% площі гірсько-промислових ландшафтів (Черкаська, Донецька, Кіровоградська, Луганська, Львівська області). «Кам'янистий бедленд» стосується корінних схилів, балок, ярів, терасового комплексу та вододілів. У більшості випадків викопна порода відіграє головну роль у формуванні даного типу місцевостей. Вона є основою літогенної будови її фундаменту. Характерні ознаки «кам'янистого бедленду» визначаються наявністю крутосхилових кам'янистих територій, бідним, майже пустинним трав'яним покривом або розрідженою деревно-чагарниковою рослинністю, несприятливим гідрологічним режимом. Від інших типів відрізняється значним вертикальним розгалуженням, наявністю крупних комплексів з багату-ступінчастим або прямовисним схилом, кам'янистими відвалами з різновікових порід. «Кам'янистий бедленд» впродовж тривалого часу існує без рослинного покриву. Це негативно

впливає на оточуючі ландшафти. Тут завжди забруднене повітря, рослинність пригнічена, покрита товстим шаром пилу. «Кам'янистий бедленд» України представлений 8 варіантами: вапняковим, гранітним, залізорудним, пісковим, крейдяним, гіпсовим, доломітно-мергелевим.

Монокотловинні місцевості. Своєрідність структури даного типу місцевостей визначають комплекси, створені у результаті антропогенної денудації неглибоких (10-25 м) котловин.

Вони виникають у процесі видобутку глин, суглинків та пісків, які залягають близько до поверхні. Монокотловинний тип місцевостей значно поширений в Україні (Одеська, Донецька, Вінницька, Житомирська області та АРК). Відмінності у формуванні ландшафтної структури, найбільш конкретно виражені в літології порід і рослинному покриві, дозволяють виділити суглинковий (лесовий) та піщаний варіанти.

Місцевості платоподібних кар'єрно-відвальних пустощ. Даний тип місцевості формується в районах видобутку залізних (Кіровоградська область) та марганцевих (Запорізька та Дніпропетровська обл.) руд, вугілля. Відвали розкривних порід (лесоподібних суглинків, червоних глин, пісків, залісистих піщаників і руд) складають на рівних поверхнях, мають висоту 10 до 25–30 м, часто еродовані. Через високу кам'янистість та несприятливий водний і кліматичний режим такі місцевості майже не мають рослинності. Біля підніжжя відвалів, де спостерігається концентрація дрібних глинисто–піщаних часток, занесених водою, проективне покриття рудеральною рослинністю становить 25-37%. Верхні частини не мають рослинності і часто «пилять». Між відвалами навесні формуються невеличкі озерця, які пересихають до середини літа. У районах видобутку бурого вугілля формуються та інтенсивно збільшуються площі озерно-горбистого типу місцевості. Тут характерний сильно пересічений рельєф з витягнутими горбами відвалів висотою 7-10 м та схилами 34-36 °. Пониження між горбами заповнені водою. Такі відвали добре

заростають різнотрав'ям, відносно легко рекультивуються.

Озерно-пустинцеві місцевості. Цей тип місцевості формується там, де з відходів переробки залізних, марганцевих та інших руд створюються шлакосховища (Полтавська, Запорізька, Дніпропетровська, Кіровоградська обл. та АРК). Це обваловані ділянки, заповнені кінцево-залізнистим піском з водоймами глинистого 2-2,5 м, без рослинності. Однією з різновидностей даного типу місцевостей є шлаковідстійники теплових електростанцій.

Просадочно-териконовий тип ландшафту. Даний тип ландшафту формується в районах видобутку корисних копалин – Львівський і Донецький кам'яновугільні басейни, Середнє Придністров'я, райони Кіровоградської області. Порушення природних ландшафтів тут менш помітне і частіше має плямистий малюнок. Однак саме вони формують «образ» територій і мають вплив на розвиток ландшафтів. У структурі просадочно-териконowego ландшафту України переважають териконники.

Териконники. Цей тип місцевості утворений високими (25-80 м), у вигляді конусів або зрізаних конусів відвалами, що виникають при підземному видобутку вугілля. Терикони відомі в Донбасі та в західних районах України. Частина териконів рекультивовані у невисокі (12-16 м) горби з некрутими (5-7°) схилами, які засаджені мохом сріблястим, акацією білою, кленом татарським. Але більшість териконників рекультивації підлягають погано, їх нижні частини частково заростають різнотрав'ям, круті (30-35°) схили сильно еродовані, не мають рослинності. Це інтенсивно діючі осередки – забрудники повітря, підземних і поверхневих вод, ґрунтів.

Тип ландшафту торфово-болотних пустищ формується в місцях торфорозробок. Його площі збільшуються постійно і дуже швидкими темпами. В Україні під торфорозробками зайнято 93 тис. га. Торфорозробки стосуються заплавно- і надзаплавно-терасового типів місцевостей. На Поліссі вони займають (Житомирська, Київська, Волинська, Чернігівська обл.) обширні простори вододілів. Структура ланд-

шафтів, які виникають у результаті видобутку торфу, та різноманітність місцевостей здебільшого визначаються способом розроблення торфу і водним режимом території.

Місцевості траншейно-болотних пустищ формуються при розробленні торфових покладів машинно-формовочним способом, значно поширеним в 50-60-х рр. За раз цим способом видобувається менше 20% торфу. Під час видобутку торфове болото формується та порушується траншеями, які відразу ж заповнюються водою. Між ними залишаються невикористані ділянки торфу з сильно порушеними біоценозами.

Місцевості котловинно-торфових пустищ поширені повсюдно в північних районах України, в долинах річок центру України і формуються в ході розробок торфу фрезерним способом. Це більш ефективний спосіб видобутку, оскільки після розробок родовища не залишається невідпрацьованих ділянок. На відміну від траншейно-болотних пустищ даний тип місцевості менше зволожений, їх поверхня трохи горбиста, вони часто заростають хвощово-осоковими асоціаціями. Такі ділянки менше піддаються рекультивациі.

Лінійно-дорожні ландшафти пов'язані з використанням і трансформацією земель для забезпечення комунікації між людьми. До класу лінійно-дорожних ландшафтів входять типи: автомобільних доріг, залізниць, аеродромів, нафто- та газопроводів, ліній електропередач. Багато форм антропогенного рельєфу пов'язані зі спорудженням і прокладанням доріг. Серед них найбільший об'єм мають насипи автомобільних та залізничних доріг. Залізнична та автомобільна сітки в Україні досить густі. Це сприяє затримці схилових потоків та їх концентрації. У результаті цього розвиваються дорожні насипи, придорожні канами і кувети. Часто на їх місці вздовж доріг виникають яри та балки. Накопичення води в придорожніх канавах призводить до перезволоження ґрунтів. Тому вздовж доріг можуть активізуватися зсуви. Поширені дорожні антропогенні ландшафти по всій території України, особливо характерні для великих населених пунктів.

Рекреаційні ландшафти утворюються в зонах відпочинку або в зонах активного туризму.

Під терміном «**белігеративні ландшафти**» мають на увазі генетичний тип ландшафтних комплексів, зобов'язаний своїм виникненням військовій діяльності. Белігеративні комплекси утворюють особливу групу техногенних ландшафтів. З техногенними комплексами їх поєднує просторове розміщення поза якою-небудь залежністю від природних умов.

Тафальні ландшафти. З розвитком та поглибленням антропогенного ландшафтознавства в наукових працях з'являються нові види антропогенних ландшафтів. До таких, зокрема, належать тафальні та сакральні антропогенні ландшафти. Тафальні (від грецького *taphe* – поховання, могила) ландшафти почали формуватися з прадавніх часів, коли місця поховання вибиралися досить різноманітні: від звичайного закопування в землю, до екзотичних поховань – на спеціальних помостах чи деревах. Прикладом давніх тафальних ландшафтів на території України є кургани.

Значну кількість тафальних ландшафтів можна віднести до власне антропогенних ландшафтів, а та їх частина, де відбувається подальше функціонування, – ландшафтно-інженерних систем (зокрема діючі цвинтарі, де серед найбільш відомих можна назвати – Байковий (Київ). Тафальні ландшафти дуже відрізняються між собою як за розмірами – від невеликих склепів та курганів (3-4 м²) до гігантських споруд (з площами до 400 га та висотою 120-130 м), – так і структурою. Якщо розглядати тафальні ландшафти в історичному розрізі, то слід їх віднести до одного з видів пам'яток, а саме поховання. Найбільш поширені види поховань – кургани та ґрунтові могильники.

Кургани – це горби, насипані над могилою, як правило, круглої форми або висоти від 20-30 см до кількох м. Ґрунтові могильники не мають насипу, їх важче відшукати. Кургани та могильники поширені по всій території України, а саме там, де були стоянки давніх племен.

Сучасні тафальні ландшафти, а саме *кладовища*, по-

ширені поблизу населених пунктів, а можливо і на їх території у зв'язку з розростанням територій цих пунктів.

Сакральні ландшафти (від лат. *sacralis* - священний).

Сакральними ландшафтами називаються природні або природно-антропогенні геосистеми, що виконують духовну функцію, пов'язану в першу чергу з релігійними запитами людства, що є також об'єктами паломництва, викликаючи у певної категорії населення прагнення до спілкування з ними. Ця категорія територіальних утворень збігається з поняттям Святих Місць, які існували на кожному ступені розвитку людства і існують для adeptів усіх сучасних релігій (Києво-Печерська Лавра, Почаївська Лавра (сmt Почаїв Тернопільської області), Свято-Успенська Святогірська Лавра (м. Слов'яногірськ Донецької області), Глинська пустинь (Сумська обл.) та ін.

10.4 Таксономія антропогенних ландшафтів

Хоча всі антропогенні ландшафти створила людина, проте глибина впливу на природу в різних їхніх типах неоднорідна. *За глибиною дії розрізняють:*

1. *Антропогенні неоландшафти* – заново створені людиною такі, яких раніше не існувало в природі, комплекси. До них належать курган у степу, терикони, ставок у балці, кар'єрно-відвальні комплекси і багато інших.

2. *Змінені (перетворені) антропогенні ландшафти*, які характеризуються тим, що прямої перетворювальної дії людини в них зазнали окремі компоненти, найчастіше рослинність. Зміненим (перетвореним) ландшафтом є, наприклад, березовий гай на місці діброви або полиново-типчакове пасовище на місці ковилового степу.

У змінених ландшафтах хоча й спостерігається антропогенна перебудова рослинності, але вона не виходить за рамки одного типу (дубовий ліс – березовий ліс; ковиловий степ – полиново-типчаковий степ). Якщо ж у результаті діяльності людини в ландшафтному комплексі змінюється один тип рослинності на інший, є підстави говорити про виникнення антропогенного неоландшафтного комплексу. Їх приклади: поле-

захисні лісові смуги, низинне болото на місці вирубанної тайги.

За цілеспрямованістю виникнення розрізняють:

1. *Прямі антропогенні ландшафти* – запрограмовані комплекси, що виникають внаслідок цілеспрямованої господарської діяльності (ставок у балці, велике водосховище в долині річки, полезахисні лісові смуги та ін.).

2. *Супутні антропогенні комплекси* – безпосередньо не створені людиною. Вони – результат природних процесів, активізованих або викликаних до життя господарською діяльністю людини: яр на місці борозни або дорожнього кювету, солончак на околиці зрошуваного поля, болото в зоні підтоплення водосховища, різні форми антропогенного карсту в районах підземного видобування вапняку, солі, вугілля. Дуже часто супутні антропогенні комплекси є панівними в структурі сучасних ландшафтів.

Створення антропогенних комплексів завжди означає втручання в сталі взаємозв'язки природних ландшафтів. Це призводить до того, що в низці випадків відбувається «відчуження» антропогенних комплексів, і якщо вони повністю надані самим собі – їхнє руйнування. Руйнування різних антропогенних комплексів здійснюється з неоднаковою інтенсивністю. Звідси виникає різна тривалість існування антропогенних комплексів – від одного і кількох років до багатьох століть.

Тривалість існування – важлива межа не тільки антропогенних, а й природних ландшафтів. Природні ландшафти хоча й перебувають у безперервному розвитку, маючи свій вік існування, але зміни в них відбуваються, як правило, поступово, еволюційним способом. Більшість із них належить до категорії довговічних. Навпаки, тривалість існування багатьох антропогенних ландшафтів невелика, і людина змушена підтримувати їх за допомогою спеціальних заходів.

За тривалістю існування антропогенні ландшафти діляться на три групи:

1. *Довговічні саморегульовані ландшафти.* Ландшафти цієї групи існують тривалий час – близько кількох століть –

без будь-яких додаткових заходів людини для їхньої підтримки. До довговічних саморегульованих антропогенних ландшафтів належать кургани, земляні вали – залишки оборонних споруд, каменоломні, пустища, деякі водоймища та ін. Старі кургани, що дійшли до нас, насипано кілька тисячоліть тому. Вік земляних оборонних валів, що добре збереглися на місцевості, вимірюється багатьма століттями.

2.Багаторічні, частково регульовані ландшафти. Вони можуть існувати порівняно довго – десятиліття і більше, але час від часу потребують охоронних заходів, свого роду «профілактичного ремонту». Їх прикладом слугують лісокультурні ландшафти. Раз посаджені, лісові культури ростимуть, але для нормального свого розвитку потребують періодичного догляду. Це особливо стосується лісових культур на межі їх існування. У лісостеповій і степовій зонах відсутність регулярного догляду рано чи пізно веде до загибелі лісових посадок.

Багаторічними, частково регульованими ландшафтними комплексами є ставки, канали і більшість водосховищ. Якщо не вживати заходів проти замулювання і періодично не очищувати водоймища, більшість з них буде швидко замулена.

3.Короточасні регульовані ландшафтні комплекси, існування яких постійно підтримують спеціальними агротехнічними заходами. До них належать оброблені поля – посіви зернових і технічних культур, а також плодові сади.

За ступенем господарської цінності, бонітету всі антропогенні ландшафти діляться на дві категорії: культурні і акультурні.

Культурні, або конструктивні, ландшафти – як правило, прями, регульовані людиною антропогенні комплекси, що постійно підтримуються в стані, оптимальному для виконання покладених на них господарських, естетичних та інших функцій.

Акультурні ландшафти – антропогенні комплек-

си низького бонітету, так звані непридатні землі, «антропогенний бедленд», що виникли внаслідок нераціонального, невмілого господарювання. Найчастіше акультурними ландшафтами є супутні антропогенні комплекси – яри, вторинні солончаки на зрошуваних полях, покинуті кар'єри та ін. Акультурними можуть бути і прямі антропогенні комплекси: недоглянута полезахисна лісова смуга з пригніченими деревами і бур'янами в трав'яному покриві, давно не чищений ставок, що перетворився на низинне болото, і навіть посіви зернових і технічних культур, якщо внаслідок низької агротехніки вони забур'янені.

Розділ 11 Стійкість геосистеми до антропогенного тиску. Самоочищення

11.1 Стійкість геосистем. Типи стійкості

Стійкість – здатність геосистем активно зберігати свою структуру і характер функціонування у просторі та часі при дії змінних умов зовнішнього середовища.

У відповідь на зовнішні дії геосистеми можуть:

- а) не реагувати на дії;
- б) змінюватися, але в межах інваріанта (інваріантний – незмінний);
- в) зазнавати порушення структури і виходити за межі інваріанта.

Після виходу за межі інваріанта геосистема в одних випадках може відновити свій колишній стан, в інших це повернення неможливе.

Відсутність реакції геосистеми на зовнішню дію може бути пов'язана з її низькою чутливістю до цього виду дії через слабкі внутрішньосистемні зв'язки або значний незбіг характерного часу чинника, що впливає на геосистеми, і самої геосистеми. У цьому разі логічніше говорити не про стійкість геосистем (таку форму стійкості іноді називають *інертністю*), а *псевдостійкість*, оскільки геосистема залишається незмінною, тому що вона просто не випробовує дій.

Якщо геосистема залишається в межах інваріанта,

можна говорити про стійкість у класичному вигляді. Коли геосистема виходить за межі інваріанта, то надалі вона повертається в колишній стан або перестає існувати в колишньому вигляді, оскільки зміна інваріанта – це формування нової геосистеми.

Стійкість у класичному виразі ділиться на два типи: пружність і відновлюваність.

Пружність – здатність геосистем протистояти зовнішнім діям, зберігаючи структуру і характерні риси функціонування. Організованість геосистем зберігається в одних випадках за рахунок внутрішніх ресурсів, пов'язаних з буферними системами, в інших – за рахунок зовнішніх меж, мембран, бар'єрів. Тому можна розрізняти буферну пружність і бар'єрну пружність. Хоча треба зазначити, що не завжди можна провести між ними чіткі межі.

Відновлюваність – це здатність геосистеми повертатися до первинного стану після виходу з нього під впливом зовнішнього чинника. Час відновлення первинного стану геосистеми може бути різним: від кількох годин (наприклад, відновлення нормального стану атмосфери після залпового атмосферного викиду забруднювальних речовин) до багатьох сотень років (наприклад, відновлення ландшафтів субполярного поясу після їхньої антропогенної деградації).

Якщо відновлення геосистеми не відбувається, це означає, що її запас стійкості був недостатнім.

Особливий характер має такий вид стійкості геосистем, як *здатність до самоочищення від забруднення*. Він вирізняється не за характером, механізмами стійкості, а за виглядом дії. Здатність до самоочищення від забруднень може бути віднесена до пружності (якщо забруднення не зумовило великих перебудов у геосистемі) або до відновлюваності (якщо забруднення призвело до виходу геосистеми за межі інваріанта).

Виокремлені форми і види стійкості геосистем посідають певне місце в системі складних механізмів забезпечення стійкості геосистем під час дії зовнішнього чинника, а та-

кож відіграють певну роль у формуванні стійкості кожної конкретної геосистеми. Тобто можна говорити про існування співвідношення між формами стійкості геосистем і зовнішніми навантаженнями.

Ці закономірності мають велике значення під час заведення норм антропогенних дій і їх екологічного контролю. Норми повинні бути диференційовані залежно від того, яку форму (вигляд) стійкості треба зберегти (реалізувати) при певному виді функціонального використання геосистеми.

11.2 Визначення стійкості геосистем до чинника антропогенно-техногенного тиску

Антропогенний і техногенний вплив на ландшафт здатен викликати деградацію його компонентів або їхніх сполук (руйнування або суттєве порушення природних екологічних зв'язків, що зумовлюють обмін речовин та енергії у межах геоекосистеми). Деградація структури ландшафту загалом – крайній ступінь зміни структури ландшафту, що виявляється у суцільній втраті здатності відповідної території виконувати відновні функції. Суцільна деградація ландшафту починається з деградації одного компонента і поступово охоплює всі інші. Найчастіше негативні зміни ландшафту починаються з деградації ґрунтів.

Вплив антропогенних чинників на ландшафти багатоплановий.

За обсягом викидів одне з перших місць посідають автотранспорт і теплоенергетика, поставляючи в атмосферу продукти згорання викопного палива (вугілля, нафти, газу) і їхніх похідних (мазуту, бензину та ін.). Основні забруднювачі – оксиди вуглецю й азоту, сірчистий ангідрид, пил, нафтопродукти, токсичні важкі метали (свинець, кадмій, ртуть, цинк та ін.) і поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ).

Особливо високі концентрації важких металів у викидах і осадах очисних споруд гальванічних виробництв, де концентрація кадмію, вісмуту, олова і срібла в тисячі, а свинцю, міді, хрому, цинку і нікелю – в сотні разів вища за кларки літосфери. Високими кларками концентрації характеризу-

ються також підприємства з переробки кольорових металів, машинобудівні і металообробні заводи, інструментальні цехи, пил яких вирізняється найширшою асоціацією забруднювачів – до них належать вольфрам, сурма, кадмій, ртуть (тисячі КК*), свинець, вісмут, олово, мідь, срібло, цинк і миш'як (сотні і десятки КК). Окремі виробництва мають свої специфічні забруднювачі (зварювання і виплавлення спецсплавів – марганець; переробка брухту кольорових металів – миш'як; металообробка – ванадій; виробництво нікелевого концентрату – нікель, хром, кобальт; алюмінію – алюміній, берилій, фтор та ін.).

Нафтопереробна, нафтохімічна промисловість поставляє в довкілля головним чином газоподібні сполуки (оксиди азоту, вуглецю, діоксид сірки, вуглеводні, сірководень, хлористі і фтористі сполуки, феноли та ін.), вміст яких іноді в десятки і сотні разів перевищує їхні гранично допустимі концентрації (ГДК) в атмосфері. Деякі хімічні виробництва, окрім газів, поставляють в середовище багато мікроелементів (коксохімічне виробництво — ртуть — $n \cdot 1000$ КК; лакофарбні виробництва – ртуть, кадмій – $n \cdot 1000 - 10\,000$ КК; виробництво синтетичного каучуку – Сг – $n \cdot 100$ КК).

Будіндустрія відрізняється загалом меншими концентраціями хімічних елементів у відходах. Серед підприємств будівельних матеріалів великим техногенним навантаженням на середовище вирізняються цементна промисловість, виробництво вогнетривкої цегли і теплоізоляційних виробів, в пилу яких є сурма, свинець, срібло, іноді ртуть.

За ступенем концентрації і комплексом хімічних елементів-забруднювачів комунально-побутові відходи (побутове сміття, каналізаційні осади, мули міських очисних споруд) не поступаються промисловим відходам.

Звалища також є вторинними джерелами забруднення довкілля. На деяких з них за багато років накопичуються великі маси різноманітних побутових, а іноді і промислових

* КК – кларк концентрації

відходів. Ґрунти звалищ і фільтрати у десятки і сотні разів порівняно з фоновими ґрунтами збагачені цинком, міддю, оловом, сріблом, свинцем, хромом та іншими елементами. Розвіювання матеріалу звалищ і просочування стоків ведуть до забруднення навколишніх ґрунтів, поверхневих і підземних вод.

За законами техногенної міграції забруднення одного з компонентів ландшафту впливає на хімічний стан усіх інших, зумовлюючи їхнє забруднення.

Стійкість ландшафту до антропогенно-техногенного впливу визначається його здатністю протистояти цьому впливу та зберігати нормальне функціонування (здатність до відновлення після припинення техногенного впливу та повернення зі зміненого стану до нормального режиму функціонування).

Відновлення та самоочищення компонентів ландшафтів – початкова фаза відновлення і біогенезу, і природних ресурсів. Актуальність питань відновлення та самоочищення екосистем пов'язана з глобалізацією антропогенно-техногенного впливу на довкілля та потреби побудови науково обґрунтованих відносин з довкіллям. Це усвідомлення антропогенно-техногенної стійкості ландшафту порушує питання про її оптимізацію. Оптимізація цих процесів базується на результатах моніторингу та геоecологічному прогнозуванні стану довкілля.

Завдання ландшафтно-ecологічного прогнозування – узагальнення інформації про рівень стійкості ландшафту, умови та динаміку процесів самоочищення. Однак отримання саме цієї інформації є найскладнішою і недостатньо розробленою частиною прогнозування. Складність питання полягає у визначенні комплексного граничного стану ландшафту, що є межею його можливостей до самоочищення та збереження всіх популяцій живих організмів за умов відновлення ландшафту. Комплексність її оцінки в межах ландшафту полягає і в потребі урахування стану біотичного та абіотичних складників кожного компонента ландшафту і всіх векторів антропо-

погенно-техногенного впливу, враховуючи їхній синергізм.

Поняття стійкості ландшафту до антропогенно-техногенного навантаження в межах того чи іншого виду господарської діяльності стикається з визначенням межі екологічного ризику ландшафту. Існує мінімальна величина зовнішнього впливу, що зумовлює відмову екосистеми, – це потенціал саморегуляції природно-територіального комплексу або ландшафту.

Стійкість ландшафту до антропогенних змін залежить від часу та масштабу природокористування та їхніх змін, а також від сучасних природних екзогенних, геохімічних, гравітаційних та інших процесів. Стійкість ландшафту у загальнотеоретичному випадку визначається за формулою (Шищенко, Гродзинський):

$$S_t = |P_s - T|_t,$$

де S_t – стійкість систем до чинника на момент часу t (t' , t'' та інші); P_s – потенціал саморегуляції – максимальне значення надійності системи; T – енергія потенціалу саморегуляції P_s , що витрачається у момент часу t на стабілізацію екосистем.

Схема оцінки стійкості ландшафту враховує зміни параметрів у часі (додаток А, рис. А.16).

Існує багато підходів до визначення граничного рівня можливостей ландшафту до самоочищення та збереження всіх компонентів. Приклад таких оцінок – гранично допустимі концентрації хімічних елементів та групування їх у класи небезпечності за Держстандартом 17.4.1.02-83 «Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднення».

Загальнотеоретична неінформативність цих характеристик полягає в «аландшафтному» підході до їх визначення. ГДК не враховують головного принципу техногенної міграції – когерентності, тому цілком виправданим є уявлення більшості дослідників про їхню недостовірність.

Визначення *меж техногенного екологічного ризику*,

що є найсуттєвішим компонентом визначення межі деградації ландшафту, пов'язане передусім з кількісними параметрами хімічного складу його компонентів (в ідеальному варіанті) або таксономічними угрупованнями ландшафтів природного ряду міграції (не порушених техногенними процесами), які прийнято називати *фоновими*.

Визначення *фонових характеристик компонентів* ландшафтів – одне з актуальних питань усіх напрямів екології, але вирішити його можливо лише в межах екологічної геохімії.

Перевищення *достовірного фонового рівня* хімічного показника (фізико-хімічних характеристик, бактеріологічних параметрів, мікро- або макроелементів та ін.) і одного, і цілого комплексу вказує на перехід ландшафту зі стану природного з біогенним рядом міграції до природно-техногенного або суто техногенного з техногенним рядом міграції.

Розраховані на окремих територіях фонові характеристики ландшафтів за методом аналогії переносять на ландшафти території дослідження. Виникнення похибки у розрахунках найчастіше пов'язано, по-перше, з неврахуванням атмосферних викидів, по-друге – з недостатньою деталізацією ландшафтної та ландшафтно-геохімічної структури, що може зумовити некоректне використання методу аналогій і недостатню достовірність кінцевих результатів ландшафтно-екологічних досліджень.

11.3 Самоочищення ландшафту

Один з різновидів стійкості – самоочищення ландшафту від забруднення.

Самоочищення – сукупність природних процесів знешкодження речовин, елементів і домішок, що потрапили у довкілля або живі організми. Тривалість у часі самоочищення змінюється в широких інтервалах залежно від характеру біотичного та абіотичного складників ландшафту – у бідних екосистемах півночі самоочищення відбувається дуже повільно. Самоочищення геосистеми посилюється з підви-

щенням температури повітря і є вищим у південних ландшафтах. З поступовим глобальним накопиченням забруднювачів буферна місткість ландшафту поступово знижується. До багатьох нових стійких техногенних забруднювачів, які не відомі живій речовині ландшафту, самоочищення може бути відсутнім.

Самоочищення ландшафту – це сукупність процесів механічної, хімічної, фізико-хімічної та біологічної нейтралізації або виведення забруднювачів. Цей процес відбувається під час перенесення речовини у з'єднанні ландшафти або міграції трофічними ланцюгами, включаючи мінералізацію їх організмами – редуцентами й органічними кислотами ґрунтового комплексу.

Потрібно усвідомлювати різницю між загальним самоочищенням ландшафту й окремого його компонента. Початкові, а можливо, і всі етапи самоочищення компонента ландшафту відбуваються в межах ландшафту – тобто забруднювачі частково або повністю, змінюючи форму міграції, переходять у сполучені компоненти ландшафтів і далі – у сполучені ландшафтні системи.

Самоочищення ландшафту відбувається за законами геохімічної міграції. Його напрямки та кількісні параметри визначаються внутрішніми та зовнішніми чинниками міграції. Рівень можливого самоочищення ландшафту визначають за буферною місткістю його компонентів щодо забруднювача або їхнього комплексу. *Буферну місткість ландшафту* визначають як здатність ландшафту протистояти забрудненню і вимірюють за кількістю забруднювача, яку ландшафт може поглинути без суттєвих негативних наслідків для себе.

Теоретичною базою для дослідження самоочищення ґрунтів вважають «Вчення про поглинальну здатність ґрунтів» Гедройца. У складі сумарної поглинальної здатності ґрунтів автор розрізняє чотири типи здатності ґрунту до поглинання: механічну, фізичну (зумовлену глинистістю ґрунту), фізико-хімічну (обмінну органічну та мінеральну), хімічну (утворення важкорозчинних сполук у ґрунтовому комплексі). Практичні

питання самоочищення ґрунтів України нині вирішують у межах наукових програм з оцінки буферності, екогеохімічного стану ґрунтів або їхньої автореабілітації.

Буферність ґрунту та природних вод може визначатися їхньою здатністю зберігати кислотно-лужну реакцію середовища (рН) під впливом фіксованої найвищої кількості забруднювача.

Самоочищення ґрунтів зумовлюють процеси фізико-хімічної водної та біогенної міграції. Теоретичним обґрунтуванням здатності ґрунту до самоочищення більшість дослідників вважають теорію геохімічних бар'єрів Перельмана. Рівень самоочищення ґрунту зростає зі зростанням інтенсивності процесу геохімічного фізико-хімічного розсіювання. Кількісний рівень розсіювання можна оцінити коефіцієнтами та кларками ґрунтового розсіювання – відношенням вмісту у ґрунтоутворювальній породі та кларка елемента у ґрунтах до вмісту у ґрунтовому горизонті. Ступінь розсіювання пропорційний рухомому елементу у ґрунті і відповідно інтенсивності самоочищення ґрунтового горизонту.

Самоочищення атмосфери відбувається за законами механічної повітряної міграції через перенесення на інші території та осідання на поверхні природних вод, рослин, ґрунтів.

Розсіювання в атмосфері забруднювальних речовин, що викидаються з димарів і вентиляційних пристроїв, підкоряється законам турбулентної дифузії. На процес їхнього розсіювання суттєво впливають такі чинники: стан атмосфери, фізичні і хімічні властивості речовин, що викидаються, висота і діаметр джерела викидів, розташування джерел, рельєф місцевості. Розподіл концентрації забруднювальних речовин в атмосфері під факелом точкового джерела наведено на рис. А.17 (додаток А).

Зона задимлення найбільш небезпечна. Розміри зони задимлення залежно від метеоумов перебувають у межах 10-50 висот димаря.

Усередині зони перекидання факела високі концентра-

ції забруднювальних речовин існують за рахунок неорганізованих викидів.

Розсіювання в атмосфері газоподібних домішок і дрібнодисперсних твердих частинок (діаметром менше 10 мкм), що мають незначну швидкість осідання, підкоряється одним і тим самим закономірностям. Для більших частинок пилу ця закономірність порушується, оскільки швидкість їхнього осідання під дією сили тяжіння зростає.

Оскільки в пилогазоочисних апаратах великі частинки вловлюються ефективніше, ніж дрібні, у викидах, що зазнали очищення, залишаються тільки дрібні частинки, їх розсіювання в атмосфері розраховують так само, як і розсіювання газоподібних домішок.

Метеоумови суттєво впливають на перенесення і розсіювання домішок в атмосфері. Найбільший вплив робить режим вітру і температури (температурна стратифікація), осідання, тумани, сонячна радіація.

Вітер може по-різному впливати на процес розсіювання домішок залежно від типу джерела і характеристики викидів. Якщо гази, що відходять, перегріті щодо навколишнього повітря, то вони мають початкову висоту піднесення. У зв'язку з цим поблизу джерела створюється поле вертикальних швидкостей, що сприяють підніманню факела і віднесенню домішок вгору. Це зумовлює зменшення концентрацій домішок у ґрунті. Концентрація спадає і за дуже сильних вітрів, проте це відбувається за рахунок швидкого перенесення домішок в горизонтальному напрямі. Внаслідок цього найбільші концентрації домішок у приземному шарі формуються при деякій швидкості, яку називають «небезпечна».

За низьких або холодних джерел викидів підвищений рівень забруднення повітря спостерігається під час слабких вітрів ($w = 0-1$ м/с) унаслідок скупчення домішок у приземному шарі. Прямий вплив на забруднення повітря в місті надає напрямок вітру. Збільшення концентрації домішок спостерігається тоді, коли переважають вітри з боку промислових об'єктів.

Якщо температура навколишнього повітря знижується з висотою, нагріті струмені повітря піднімаються вгору (конвекція), а замість них опускаються холодні. Такі умови називаються конвективними.

Якщо вертикальний градієнт температури буде негативним (температура зростає з висотою), то потік, що вертикально піднімається, стає холоднішим за навколишні маси, і його рух згасає. Такі умови називаються інверсійними.

Якщо підвищення температури починається безпосередньо від поверхні землі, інверсію називають приземною, якщо ж з деякої висоти над поверхнею землі – підведенаю. Інверсії ускладнюють вертикальний повітрообмін і розсіювання домішок в атмосфері.

Тумани на вміст забруднювальних речовин в атмосфері впливають таким чином. Краплі туману поглинають домішку не тільки поблизу підстилювальної поверхні, а й із розміщених вище, найбільш забруднених шарів повітря. Внаслідок цього концентрація домішок сильно зростає в шарі туману і зменшується над ним. Розчинення сірчистого газу в краплях туману призводить до утворення сірчаної кислоти.

Опади очищають повітря від домішок. Після тривалих інтенсивних опадів високі концентрації домішок в атмосфері практично не спостерігаються.

Сонячна радіація зумовлює фотохімічні реакції в атмосфері з утворенням різних вторинних продуктів, що часто мають токсичніші властивості, аніж речовини, що надходять від джерел викидів. Таким чином, відбувається окиснення сірчистого газу з утворенням сульфатних аерозолів.

Самоочищення природних вод – це здатність до перетворення шкідливих сполук на нешкідливі.

Самоочищення водних екосистем є наслідком здатності до саморегулювання. Надходження речовин із зовнішніх джерел – дія, якій водна екосистема здатна протистояти в певних межах за допомогою внутрішньосистемних механізмів. В екологічному сенсі самоочищення є наслідком процесів включення речовин у біохімічні круговороти за участі біоти

і чинників неживої природи, що надійшли у водний об'єкт. Кругообіг будь-якого елемента складається з двох основних фондів - резервного, утвореного великою масою компонентів, що поволі змінюються, і обмінного (циркуляційного), який характеризується швидким обміном між організмами і місцем їх існування. Всі біохімічні круговороти можна поділити на два основні типи – з резервним фондом в атмосфері (наприклад, азот) і з резервним фондом у земній корі (наприклад, фосфор).

Самоочищення природних вод здійснюється завдяки залученню речовин, що надходять із зовнішніх джерел, до процесів трансформації. Внаслідок цього речовини, що надійшли, повертаються до свого резервного фонду.

Трансформація речовин є результатом різних одночасних процесів, серед яких можна вирізнити фізичні, хімічні і біологічні механізми. Величина внеску кожного з механізмів залежить від властивостей домішок і особливостей конкретної екосистеми.

Фізичні механізми самоочищення. Завдяки процесу газообміну на межі поділу «атмосфера – вода» здійснюється надходження у водний об'єкт речовин, що мають резервний фонд в атмосфері, і повернення цих речовин з водного об'єкта до резервного фонду. Один з важливих окремих випадків газообміну – процес атмосферної реаерації, завдяки якому відбувається надходження у водний об'єкт великої частини кисню. Інтенсивність і напрямок газообміну визначаються відхиленням концентрації газу у воді від концентрації насичення C_S . Величина концентрації насичення залежить від природи речовини і фізичних умов у водному об'єкті – температури і тиску. При концентраціях, більших C_S , газ випаровується в атмосферу, а при концентраціях, менших C_S , газ поглинається водною масою.

Сорбція – поглинання домішок зваженими речовинами, донними відкладеннями і поверхнями тіл гідро-

біонтів. Найенергійніше сорбують колоїдні частинки і органічні речовини, що перебувають у дисоційованому молекулярному стані. В основі процесу лежить явище адсорбції. Швидкість накопичення речовини в одиниці маси сорбенту пропорційна його ненасиченості щодо цієї речовини, концентрації речовини у воді й обернено пропорційна вмісту речовини в сорбенті. Приклади нормованих речовин, здатних до сорбції, – важкі метали і ПАР.

Водні об'єкти завжди містять деяку кількість зважених речовин неорганічного і органічного походження. Осадження характеризується здатністю зважених частинок випадати на дно під дією сили тяжіння. Процес переходу частинок з донних відкладень у зважений стан називається каламученням. Він відбувається під дією вертикальної швидкості турбулентного потоку.

Хімічні механізми самоочищення. Фотоліз – перетворення молекул речовини під дією світла, що поглинається ним. Окремими випадками фотолізу є фотохімічна дисоціація – розпад частинок на кілька простіших і фотоіонізація – перетворення молекул на іони. Із загальної кількості сонячної радіації близько 1% використовується у фотосинтезі, від 5% до 30% відбивається водною поверхнею. Основна ж частина сонячної енергії перетворюється на тепло і бере участь у фотохімічних реакціях. Найбільш дієва частина сонячного світла – ультрафіолетове випромінювання. Ультрафіолетове випромінювання поглинається в шарі води завтовшки близько 10 см, проте завдяки турбулентному перемішуванню може проникати і в глибші шари водних об'єктів. Кількість речовини, що піддалася дії фотолізу, залежить від виду речовини і її концентрації у воді. З речовин, що надходять у водні об'єкти, порівняно швидкому фотохімічному розкладанню піддаються гумусні.

Гідроліз – реакція іонного обміну між різними речовинами і водою. Гідроліз є одним з основних чинників хіміч-

ного перетворення речовин у водних об'єктах. Кількісною характеристикою цього процесу є ступінь гідролізу, під яким розуміють відношення гідролізованої частини молекул до загальної концентрації солі. Для більшості солей вона становить кілька відсотків і підвищується зі збільшенням розбавлення і температури води. До гідролізу здатні й органічні речовини. Гідролітичне розщеплювання найчастіше відбувається по зв'язку атома вуглецю з іншими атомами.

Біохімічне самоочищення є наслідком трансформації речовин, здійснюваної гідробіонтами. Як правило, біохімічні механізми роблять основний внесок до процесу самоочищення, і лише за пригнічення водних організмів (наприклад, під дією токсикантів) суттєвішу роль починають відігравати фізико-хімічні процеси. Біохімічна трансформація речовин відбувається в результаті їх включення в трофічні мережі і здійснюється в перебігу процесів продукції і деструкції.

Таким чином, самоочищення природних вод відбувається за законами фізико-хімічної водної та механічної міграції (хімічне окиснення, розчищення, коагуляція, гідроліз токсикантів і механічне осідання, випаровування та ін.). Зниження концентрації елементів у природних водах завдяки процесам техногенного фізико-хімічного розсіювання у воді зумовлює збільшення їхньої концентрації у донних відкладеннях і гідробіонтах.

Самоочищення рослинного шару відбувається за законами біогенної міграції. У водоймищах активно діють процеси біогенної міграції за рахунок бактерій, грибів, простіших і тварин, що поглинають і переробляють токсичні речовини. Складність геохімічної структури природних рослинних угруповань зумовлює їхню набагато більшу стійкість до техногенного впливу щодо рослин штучних антропогенних ландшафтів. Механізм самоочищення окремих рослин базується на основі фізіологічних бар'єрів – внутрішніх механізмів рослин, здатних обмежувати надходження хімічних елементів до органів рос-

лин і регулювати цикли їхньої життєздатності. Водночас рослинам властивий потужний «вивідний» апарат, що звільняє їх від надлишків метаболітів (продуктів біохімічних перетворень) через коріння, під час дихання та транспірації. Встановлено, що рослини здатні до транспірації разом з вологою багатьох хімічних елементів, які становлять цілі відсотки їхнього вмісту рослинної маси. Таким чином, біогенне розсіювання елементів техногенного забруднення призводить до концентрації їх у шарах приземної атмосфери.

Сучасні геоекологічні дослідження, спрямовані на визначення рівня відновлення та самоочищення, ґрунтуються на вивченні та аналізі фізико-хімічних форм існування елементів. Дослідження фізико-хімічних форм існування хімічних елементів у ґрунтах, донних відкладеннях, природних водах нині в Україні вважаються доцільним напрямом для визначення рівня екологічного ризику території.

Самоочищення ландшафту від забруднення визначається трьома групами чинників. До першої групи належать процеси, що визначають інтенсивність розсіювання і винесення продуктів техногенезу. На регіональному рівні треба враховувати кількість атмосферних опадів, швидкість вітру, величину поверхневого і ґрунтового стоку, схили рельєфу і загальну розчленованість поверхні.

На локальному рівні треба враховувати характер поверхневого стоку, пов'язаного і з розташуванням ділянки на гіпсометричному профілі, і з властивостями ґрунтового покриття, кори вивітрювання і літології. Зрозуміло, хороша інфільтрація ґрунтів призводить до швидкого винесення забруднень за межі ландшафту, а наявність водотриву сприяє затриманню їх у верхніх шарах ґрунтового покриття. Важливе значення має розташування ділянки.

Вирізняють п'ять основних типів місцезоташувань. Верхові або плакорні місцезоташування називаються автономними і елювіальними, що акцентує увагу на їх відносно незалежному положенні. На ці ділянки забруднення з інших місць не надходять з водними потоками. Райони схи-

лів характеризуються транзитними водними потоками, що йдуть з плакорів у долини. Характер накопичення або винесення забруднень великою мірою залежить від індивідуальних особливостей кожної ділянки: його рослинного і ґрунтового покриву, ухилів, характеру літології та ін.

На низинні місця (часто це надзаплавні тераси річок) надходять забруднення, у тому числі і під час розвантаження підземних вод. Аквальні ділянки характеризуються надходженням забруднень з усіх точок водозбору, і в цьому сенсі це найбільш схильні до забруднень ділянки.

Заплави займають деяке проміжне місце між низинними і аквальними, оскільки деякий час їхній режим функціонування схожий з аквальними (під час повені), а решта часу – з низинними ділянками.

У межах різних місцезростаювань є цікава диференціація. У верхових (плакорних) ділянках вирізняють верхові западини і улоговини. Перші характеризуються відсутністю проточності, що призводить до збільшення імовірності зростання забруднення. Улоговини хоча й збирають забруднення з певної площі, водночас звільняються від них під час стоку.

Райони схилів також неоднорідні. У нижніх частинах схилів імовірність накопичення забруднень набагато більша, аніж у верхніх частинах.

Друга група чинників контролює можливість та інтенсивність іммобілізації і просторової інактивації продуктів техногенезу. До них належать умови випадання забруднень (кількість штилів, температурних інверсій і туманів), геохімічна стратифікація ґрунтів, механічний склад ґрунтів, фізико-хімічні властивості фільтрації ґрунтів. На регіональному рівні треба враховувати передусім умови випадання забруднень.

Третя група пов'язана з процесами, що визначають інтенсивність перетворень і метаболізму продуктів техногенезу. Ці процеси залежать від сум сонячної радіації, рівня ультрафіолетового випромінювання, сум температур вище 0° і 10°, інтенсивності фотохімічних реакцій, характеристик балансу органічної речовини (біомаси, річного приросту, швидкості

розкладання та ін.). Хорошим показником здатності геосистем до самоочищення від забруднень є *обпадально-підстильний коефіцієнт* – відношення ваги не розкладених органічних рештків, що накопичилися на поверхні ґрунту у вигляді повстини, підстилки або торфу, до ваги органічних рештків, які щороку надходять з рослинним опаданням на одиницю площі. Чим більше відношення, тим повільніше відбуваються процеси розкладання органічної речовини, а отже, і менш активно відбуваються процеси розкладання забруднювальних речовин.

Рівень обпадально-підстильного коефіцієнта становить для ялинкового лісу південної тайги – 10, діброви – 4, степу – від 1 до 15, пустелі та напівпустелі – 1. Швидкість накопичення органічних речовин пропорційна біологічній акумуляції супутніх елементів і зворотна відповідно до біологічного розсіювання та самоочищення ландшафту. Таким чином, небезпека забруднення поверхні ґрунту органічними сполуками зростає з півдня на північ. Особливо велика вона для заболочених ґрунтів з торф'яними горизонтами – накопичення торфу свідчить про повільне розкладання органічних рештків, термін якого вимірюється тисячоліттями.

Саме третя група чинників пов'язана з процесами, що визначають інтенсивність перетворень і метаболізму продуктів техногенезу. Ці процеси залежать від сум сонячної радіації, рівня ультрафіолетового випромінювання. Вони призводять до реального очищення ландшафтів від забруднень, сприяючи розкладанню речовин, переходу їх у нейтральний стан.

Розділ 12 Ландшафтно-екологічні дослідження

Ландшафтно-екологічні дослідження можна визначити як комплекс робіт, спрямованих на визначення екологічного стану ландшафтів, чинників і процесів його динамічних змін.

Мета досліджень – вирішення низки питань екологічного напрямку, головні середі яких: визначення сучасної ландшафтно-екологічної структури території (радіальної); комплексна

оцінка обсягів і типів антропогенних перетворень ландшафтів; прогнозна оцінка динаміки техногенних процесів та антропогенних змін ландшафтів; екологічне картування ландшафтів; екологічний аудит ландшафтів.

Типізацію сучасних методів досліджень ландшафтів наведено на рис. А.18 (додаток А).

Усі методи дослідження ландшафтів вивчають просторові або просторово-часові відносини. Іноді це робиться неявно, як, наприклад, застосування математичних методів для вивчення взаємозв'язків між географічними явищами. У більшості ж випадків без урахування просторових аспектів неможлива реалізація самих методів, наприклад, картографічного. Активно відбувається розроблення особливих розділів того або іншого методу спеціально для потреб ландшафтознавства.

Методи досліджень повсякчас розширюються і вдосконалюються. Практично всі методи можуть комбінуватися один з одним. Наприклад, поєднання картографічного і математичного методів призвело до становлення методу математико-картографічного моделювання.

Коротко зупинимося на основних методах дослідження, що зазнають у цей час найшвидшого розвитку.

12.1 Географічні описи

Географічні описи можуть бути комплексними та проблемними. Типовий представник комплексних описів – ландшафтний опис. У разі проблемних або цільових описів принципи відбору початкової інформації, способи її подачі, викладання фактів та інше підпорядковано певній науковій або практичній меті. Потрібно розрізняти *комплексний опис елементарного природно-територіального комплексу (ПТК)* (географічної фації) і *фізико-географічний опис території різного розміру* (ландшафту).

Опис фізико-географічної точки – це опис фації. Фація є одним з елементів мікроформи рельєфу або елементом форми мезорельєфу, що утворені однорід-

ними породами, характеризуються однорідним режимом зволоження, глибиною залягання ґрунтових вод, однорідним мікрокліматом. У межах фації формується одна рослинна асоціація на одному різновиді ґрунту. Фація генетично однорідна.

Опис ландшафту суттєво відрізняється від опису окремої фації. У характеристиці ландшафту повинна бути відображена мозаїчність території. Інша відмінність пов'язана з «роздільною здатністю» опису. Неможливо так само детально, як фацію, описати ландшафт у всіх його подробицях і деталях. Тому у характеристиці ландшафту, як правило, крім його загальних властивостей, описують і його основні місцевості і урочища.

Форма бланка і повнота польового фізико-географічного опису повинні бути «витримані» в дослідженнях різних колективів і бути індивідуальними в спеціальній частині залежно від характеру об'єктів, що вивчаються, і завдань наукових робіт. Уніфікація описів потрібна для подальшої коректної математичної обробки матеріалу і порівнянності даних різних дослідників.

Однак тільки словесного опису вже вочевидь недостатньо. Потрібно не просто констатувати взаємозв'язки, а показати, наскільки вони сильні. Використовуючи математичний апарат, теорію інформації, зокрема коефіцієнт зв'язку, явища фактора і інтегрального показника або іншого фактора можна побудувати у вигляді таблиці або рисунка моделі взаємодії компонентів елементарного ПТК (фації). Для цього беруть масові описи точок фацій, у кількісному вигляді виражають їхні окремі властивості; ці дані спеціально кодують і визначають ступінь зв'язку або зв'язаності. Якщо ступінь дуже сильний, то коефіцієнт зв'язку K_i наближається до 1. Якщо зв'язку немає, то K_i близький до 0.

Аналіз парних зв'язків характеристик ПТК з їхнім виглядом, аналіз зв'язків усередині чотирьох осно-

вних блоків – геоморфологічного, гідротермічного, біотичного і ґрунтового – дасть змогу побудувати модель взаємодії окремих блоків з видами ПТК (додаток А, рис.А.19).

Підрахунок коефіцієнтів зв'язку дає підстави зробити висновки, що хоча в природі все взаємозв'язано і взаємозумовлено, ці зв'язки не жорсткі, і спостерігається певний діапазон коливань факторів і інтегральних показників. Простежуються фактори, з якими зв'язки постійно вищі.

12.2 Картографічний метод дослідження

Картографічний метод дослідження застосовують у дослідженні не тільки закономірностей, а й взаємозв'язків або динаміки розвитку явищ. Простий прийом для дослідження взаємозв'язків – накладення двох карт і вивчення узгодженості контурів на них. Існує багато прийомів складання, віднімання або множення поверхонь географічних явищ, а також візуальних або картометричних способів кореляції географічних явищ.

Для вивчення динаміки явищ у просторі і часі також широко застосовують карти. Динаміка в просторі найчастіше простежується фіксацією станів. Іноді стрілками різного напрямку будують векторні поля для переміщень, наприклад, заготовленої деревини та ін.

Найчастіше динаміку змін у часі досліджують на різночасових картах.

12.3 Математичні та космічні методи

Математичні методи дають змогу створювати особливі описи географічних явищ і процесів – їхні математичні моделі. Суть математичного моделювання полягає в абстрагованому і спрощеному відображенні дійсності логіко-математичними формулами, що передають у концентрованому вигляді дані про структуру, взаємозв'язки і динаміку досліджуваних географічних явищ. Ці моделі очищено від непотрібних деталей і зайвих подробиць задля ясності характеристик найважливіших властивостей і закономірностей. Абстрактність

математичної моделі виявляється навіть у характеристиці конкретних властивостей: у будь-якій формулі зазначають лише величини тих або інших показників, але не розкривається їхній зміст.

Математичні моделі здатні добре відображати структуру, взаємозв'язки і динаміку спостережуваних явищ, але треба стежити за їхньою відповідністю властивостям моделюваної дійсності. Для поліпшення результатів моделювання дуже важливе постійне корегування моделей за допомогою обліку і контролю проміжних даних.

З різних розділів сучасної математики найширше використовують методи математичної статистики (факторний аналіз і метод головних компонент).

Не менш популярні статистичні алгоритми класифікації географічних об'єктів на основі комплексів показників, що характеризують їх (метод потенційних функцій, метод гіперплощин, метод гіперсфер та ін.).

Космічні методи – це методи вивчення структури і розвитку географічного середовища за матеріалами космічного знімання, отриманими за допомогою реєстрації відображеного сонячного і штучного світла і власного випромінювання Землі з космічних літальних апаратів. В основі ландшафтних досліджень за допомогою космічних методів лежить теорія оптичних властивостей природного середовища, зумовлених взаємодією сонячного випромінювання з географічною оболонкою. Дешифрування знімків ґрунтується на використанні кореляційних зв'язків між параметрами географічних об'єктів і їхніми оптичними характеристиками.

Зараз отримують знімки в усіх діапазонах спектра електромагнітних хвиль, використовуваних у сучасних дистанційних методах, – видимому і близькому інфрачервоному, тепловому інфрачервоному і радіодіапазоні (мікрохвильовому і ультракороткохвильовому).

Космічні знімки земної поверхні є моделями місцевості, що відображають реальну географічну ситуацію на момент знімання. Найцінніші їхні властивості:

1. Комплексне зображення ландшафтної структури, включаючи основні природні і антропогенні компоненти.

2. Широкий спектральний діапазон знімання, про що сказано вище.

3. Високий огляд знімків (вони можуть охоплювати площі від 10 тис. км² до півкулі Землі загалом).

4. Велика різноманітність масштабів зйомки (більше 1:200 000 – 1:100 000 000).

5. Різна періодичність знімання – від десятків хвилин до десятків років.

6. Багатократне покриття зніманням Земної кулі.

Космічні методи вдало доповнюють традиційні наземні і аерометоди. Їх сумісне використання забезпечує дослідження одночасно на локальному, регіональному і глобальному рівнях.

Найширше дистанційне знімання застосовують у картографуванні рельєфу, його багаторічної динаміки, природних і антропогенних процесів утворення рельєфу. За дистанційними зображеннями вивчають морфологічні характеристики водних об'єктів, простежують гідрологічний режим водних об'єктів, здійснюють моделювання стоку, картографування гідрологічної мережі.

За космічними знімками успішно встановлюють просторову диференціацію ґрунтового покриву і здійснюють його картографування, визначають багато параметрів ґрунтів, таких, як механічний склад, засоленість, вологість, температура. Такі дослідження особливо важливі для оцінки родючості ґрунтів на оброблюваних землях, розроблення комплексних меліоративних заходів, підбору сівозмін та ін.

За допомогою різномасштабних знімків виявляють і картографують просторову структуру біоценозів, здійснюють біоценометричні, фенологічні, медико-географічні дослідження.

У ландшафтознавстві космічні методи широко застосовують у вивченні і картографуванні просторової структури, сезонної ритміки і багаторічної динаміки ландшафтів, у па-

леогеографічних дослідженнях. За знімками розпізнають різноманітні природні ландшафти, їхні антропогенні модифікації і техногенні комплекси. Для охорони природи за дистанційними зображеннями здійснюють комплексні природоохоронні дослідження, контроль негативних процесів знеліснення. Водночас здійснюють оцінку антропогенної дії на природне середовище, а також контроль забруднення повітряного і водного басейнів, сніжного покриву, земної поверхні.

Великий інтерес становить застосування космічних знімків у вивченні генезису й історії розвитку природних ландшафтів.

Комплексні дослідження історії розвитку ландшафтів з урахуванням природних і антропогенних чинників формування за космічними знімками мають самостійне наукове значення, а також дають змогу найоб'єктивніше оцінити сучасні процеси утворення ландшафтів і вирізнити тенденції майбутніх перетворень.

В основі вивчення природного середовища космічними методами лежить дешифрування знімків. За наявною методикою воно здійснюється на базі знання географічної ситуації на досліджуваній території із залученням текстових і картографічних матеріалів, а за потреби і польових досліджень. Загальну методику дешифрування космічних знімків дотепер розроблено достатньо детально на базі методики, прийнятої раніше в аерозніманні. Водночас комплексне дешифрування природного середовища має свою специфіку. Комплексне дешифрування базується на найважливішій властивості природного середовища – тісному взаємозв'язку і залежності всіх ландшафтних компонентів. Велика роль у його здійсненні належить індикаційному дешифруванню, що дає змогу найоб'єктивніше охарактеризувати сучасні ландшафти, їхній зв'язок з геологічними і гідрологічними умовами території і залежність від економічних, екологічних і соціальних чинників.

Кінцевий результат дешифрування знімків – складання схем дешифрування або карт.

12.4 Геофізичні та геохімічні методи

Геофізичні методи в ландшафтознавстві – це сукупність прийомів, за допомогою яких вивчають фізичні властивості геосистем: процеси обміну речовиною, енергією та інформацією геосистем з довкіллям і всередині себе (метаболізм).

Для опису фізичної сторони взаємодії компонентів геосистем, потоків речовини та енергії із зовнішнього середовища в геосистему, сезонних і річних станів геосистем використовують два самостійні підходи.

Перший базується на зв'язаному аналізі-синтезі чотирьох основних балансів геосистем: радіаційного, теплового, водного і балансу речовини. Для геофізики ландшафту балансовий метод – один з основних, але його, як правило, використовують разом з порівняльним географічним.

Другий підхід базується на зв'язаному описі засобами фізики станів аеро-, фіто-, літо-, гідро- і маси органічних рештків ПТК (опалого листя та ін.), типізації станів у розрізі сезонів року.

Одні із сучасних методів дослідження Землі – геохімічні методи, які дають змогу вивчати розподіл, процеси міграції і концентрації хімічних елементів і їхніх сполук у різних геосферах.

Приклади найбільш поширених напрямів геохімії ландшафтів.

У багатьох країнах світу, у тому числі і в Україні, проводяться широкі міждисциплінарні екологічні дослідження, або екологічний моніторинг, тобто контроль стану і змін природних систем під впливом антропогенних навантажень (спостереження, вивчення екологічної ситуації та її прогноз). Традиційно екологічний моніторинг ділиться на два основні види – фоновий, що полягає у спостереженні за біологічними, геохімічними і геофізичними параметрами довкілля в районах, розташованих поза сферою впливу локальних джерел забруд-

нення, і імпактний, спрямований на оцінку ступеня забруднення і трансформації середовища в промислових, урбанізованих і сільськогосподарських районах.

Серед геохімічних методів, що використовуються у фоновому моніторингу довкілля, можна вирізнити три основних:

1. Метод кларків.
2. Вивчення геохімічної структури ландшафту.
3. Метод біогеохімічних циклів.

Метод кларків – дослідження, пов’язані з оцінкою поширеності хімічних елементів у різних природних середовищах, – від глобальних геосфер до локального рівня ландшафтів або екосистем.

Розрізняють глобальні, регіональні і локальні кларки елементів. Нині встановлено низку глобальних кларків літосфери і основних типів гірських порід.

Вміст хімічних елементів у різних типах гірських порід, як правило, відрізняється від кларка літосфери. Кількісно цю відмінність Вернадський запропонував виражати *кларком концентрації* (КК), що є відношенням вагового вмісту певного елемента в природному об’єкті C_i до кларка літосфери K :

$$KK = \frac{C_i}{K} > 1.$$

Ця величина завжди більше 0. Якщо $KK = 1$, то і вміст елемента в об’єкті дорівнює його вмісту в літосфері. У тому разі, коли C_i набагато менше K , для отримання цілих чисел і більшої контрастності показника доцільно розраховувати зворотні величини – *кларки розсіювання* (КР), що показують, у скільки разів кларк більше вмісту елемента в певному об’єкті:

$$KP = \frac{K}{C_i} < 1.$$

Кларки гідросфери. Гідросфера Землі складається з трьох нерівних за масою складників – вод Світового океану

(93%), поверхневих (озерних і річкових), підземних і ґрунтових вод. Води кожного з цих складників мають свій середній хімічний склад.

Особливо сильно за ступенем мінералізації, іонним і мікрокомпонентним складом, формами існування елементів відрізняються води континентального блоку і води Світового океану.

Великі коливання глобальних і глобально-регіональних кларків у гідросфері характерні для штучно створених забруднювальних речовин (пестициди, поліхлорбіфеніли та ін.), високі концентрації яких, на відміну від сполук, що існують у природі, наприклад, важких металів, стосуються регіонів з найбільш інтенсивною промисловою і сільськогосподарською діяльністю.

Кларки живої речовини. Як і інші глобальні геохімічні константи, кларки живої речовини лише умовно характеризують середній хімічний склад організмів Землі.

Між складом живої речовини і земної кори загалом немає прямої пропорційної залежності. У складі літосфери за масою переважають слабо рухомі елементи – кремній, залізо, алюміній, яких мало в живих організмах. Кисень, якого багато і в живих організмах, і в літосфері, міститься в них у різних формах: в організмах він разом з воднем утворює воду й органічні сполуки, а в літосфері він входить до складу силікатів, оксидів, органогенних порід та інших сполук. Живі організми вибірково поглинають з довкілля тільки доступні їм рухомі форми елементів. Тому вони збагачені так званими біофілами–фосфором, сіркою, калієм, бором.

Як правило, використовують три основні методи вираження хімічного складу біологічних об'єктів: *з розрахунку на живу (сиру) масу організму, на масу сухої органічної речовини і на золу*, тобто на кількість мінеральних речовин, що містяться в організмі. Кожний з цих способів розрахунку застосовується в різних цілях. За порівняння складу живої речовини і літосфери використовують, як правило, дані про

вміст хімічних елементів у золі. На глобальному рівні одні з найзагальніших параметрів, що характеризують специфіку хімічного складу біосфери, – кларки концентрації елементів, розраховані на сиру масу живої речовини, які Перельман назвав *біофільністю елементів*. Найбільшу біофільність мають вуглець (7800 КК), азот (160 КК) і водень (70 КК). Висока біофільність у сірки, фосфору, кальцію, калію, бору, бромю, цинку, йоду, срібла.

Хімічний склад рослин залежить від двох головних чинників:

1.Ландшафтно-геохімічного (екологічного), який визначає геохімічну обстановку росту рослин (рівні вмісту елементів у живильному середовищі, рухомі, доступні для рослин форми знаходження).

2.Генетичного, що визначає біогеохімічну спеціалізацію окремих родин, родів і видів рослин.

Кларки літосфери, гідросфери і живої речовини постійно уточнюють і деталізують для окремих районів, типів гірських порід, класів вод і систематичних груп рослин.

Разом з перевагами (масовість, зіставність та ін.) метод кларків має низку недоліків, передусім пов'язаних із зайвою узагальненістю даних, отриманих у результаті їхньої статистичної обробки, а найголовніше – відсутністю цілісного підходу до таких складних систем, якими є ландшафти. Тому у здійсненні фонового геохімічного моніторингу дані, отримані за допомогою методу кларків, повинні поєднуватися з виокремленням і детальним вивченням ландшафтно-геохімічних систем і їхньої геохімічної структури.

Геохімічна структура ландшафту (R, L-аналіз). Різним ландшафтно-геохімічним системам властиві свої зональні, провінційні і місцеві особливості. Тому для цілісної характеристики фонового стану елементарних і каскадних ландшафтно-геохімічних систем запропоновано поняття *фонова геохімічна структура*, під якою розуміють співвід-

ношення між різними підсистемами ландшафту, виражене, наприклад, набором ландшафтно-геохімічних коефіцієнтів – радіальної і латеральної міграції, біологічного поглинання та ін.

Фонова геохімічна структура складається з радіальної і латеральної структур, що характеризують відповідно вертикальну і горизонтальну (схил) диференціацію ландшафтів. Залежно від поєднання зональних і азональних чинників фонові території відрізняються певними радіальними і латеральними структурами. У межах однієї природної зони і підзони, як правило, є кілька варіантів таких структур. Саме тому для ландшафтів і ґрунтів розрахунок глобальних кларків або кларків великих регіонів хоча й має певне значення, але не відображає складної картини просторового розподілу хімічних елементів і сполук у цих системах. Таким чином, у рамках цього методичного підходу основного значення набуває не скільки рівень вміста елементу в ґрунтах, рослинах, водах (метод кларків), як типи перерозподілу і взаємозв'язку елементів між підсистемами і компонентами фонових ландшафтів.

Радіальна геохімічна структура ландшафту (Р-аналіз). Перший етап ландшафтно-геохімічного аналізу території – вивчення геохімічної диференціації вертикального профілю різних елементарних ландшафтів.

Радіальна геохімічна структура ландшафту характеризується низкою геохімічних коефіцієнтів.

Так, для характеристики накопичення або винесення елементів у генетичних горизонтах ґрунтів щодо ґрунтоутворювальних порід використовують *коефіцієнти радіальної диференціації* R , що є відношенням вмісту (валового або рухомого) хімічного елемента в тому або іншому генетичному горизонті ґрунту до його вмісту в ґрунтоутворювальній породі. У кожному горизонті профілю, як правило, є кілька груп елементів з різною радіальною диференціацією, наприклад, сильного накопичення ($L > 5$), середнього накопичення ($R =$

2-5), винесення ($R < 1$) та ін. Ці групи або утворені ними ряди в першому наближенні відображають радіальну ґрунтово-геохімічну структуру елементарного ландшафту.

Інший важливий складник радіальної структури ландшафтів – взаємодія в системах типу літосфера – рослинний покрив, ґрунт – рослини, порода – ґрунт – рослини та ін. Їх вивчення дає змогу встановити основні «фонові» типи зв'язків між живими організмами і довкіллям, що уможливило визначення ступеня їхнього порушення в техногенних умовах.

Конкретний метод оцінки інтенсивності біологічного поглинання елементів живими організмами, в основному рослинами, – зіставлення їхнього вмісту в золі рослин із вмістом у живильному середовищі – породах, ґрунтах, водах.

Запропонований Полиновим показник Перельман назвав *коефіцієнтом біологічного поглинання* (A_x):

$$A_x = \frac{l}{n},$$

де l – вміст елемента в золі рослин; n – вміст цього ж елемента в ґрунтах.

У літературі трапляються різні позначення (Кб, КБП) і модифікації цього коефіцієнта.

Співвідношення мінеральних форм елементів у рослинах і ґрунтах відображає ніби потенційну біогеохімічну рухливість елементів. Доступність елементів рослинам і ступінь використання ними рухомих форм елементів, що містяться в ґрунті, характеризує порівняння складу сухої речовини рослин і рухомих форм елементів (водорозчинних, сольових, органомінеральних), що витягуються з ґрунтів слабкими розчинниками. Це відношення називають *коефіцієнтом біологічної рухливості* (B_x), який у більшості елементів, як правило, набагато вищий, ніж A_x , розрахований для валового вмісту.

Окрім біофільності, потенційної і актуальної біогеохімічної рухливості, що характеризуються коефіцієнтами A_x і B_x , є низка інших загальних і приватних показників. На-

приклад, Глазовська запропонувала *коефіцієнт біогеохімічної активності K_B* – відношення споживання елемента живою речовиною в рік до його винесення з іонним стоком з континентів в океан або з великих річкових басейнів; *коефіцієнт деструкційної активності K_d* — відношення надходження елемента в біосферу (видобуток, складування) до споживання рослинністю та ін.

Латеральна геохімічна структура (L – аналіз). Для встановлення основних особливостей просторової геохімічної структури (L-аналіз) території базовими є локальні каскадні системи — ландшафтно-геохімічні (грунтово-геохімічні) *катети* – *ряди ландшафтів або ґрунтів, розташованих на одному схилі.*

Залежно від складності літогенного субстрату ґрунтово-геохімічні *катени* діляться на *монолітні* і *гетеролітні*. Монолітні катени розвинені в найменших водозбірних басейнах 1–2-го порядків. Тут геохімія долин практично повністю визначається міграцією речовин з автономних ландшафтів, вони називаються *автохтонними*, або *геохімічно-підлеглими катенами*. У каскадних системах високих порядків (великих річок) всі катени, як правило, гетеролітні, в них надходить речовина з інших ландшафтів, вони називаються *геохімічно слабо підпорядкованими*, або *алохтонними катенами*.

У цих видах катен геохімічні дослідження спрямовані на вирішення різних завдань. Монолітні катени є зручними об'єктами для вивчення латеральної міграції елементів у каскадних ландшафтно-геохімічних системах, що характеризуються *коефіцієнтом місцевої міграції K_m* (*відношення вмісту елемента у ґрунтах підлеглих ландшафтів до його вмісту в ґрунтах і корі вивітрювання автономних ландшафтів*). Тільки у монолітних катенах можливий розрахунок K_m без поправки на літо-геохімічну неоднорідність. Тому сучасну міграцію і концентрацію елементів у ландшафтах доцільно вивчати в районах з порівняно простою геологічною будовою,

особливо з пухкими покривними відкладеннями однорідного літологічного складу. На гетеролітному субстраті міграція елементів маскується геохімічною специфікою ґрунтоутворювальних порід, і тому аналіз Км з позицій тільки латерального перенесення методично не виправданий. У цьому разі такі показники називають *коефіцієнтами латеральної диференціації або контрастності (L)*.

Так само, як радіальна геохімічна структура відображає характер взаємодії і співвідношення між компонентами і блоками елементарних ландшафтів, латеральна структура характеризує відношення в геохімічно-зв'язаних каскадних системах різних рівнів (катенах, водозбірних басейнах та ін.).

Аналіз радіальної і латеральної геохімічної структури ландшафтів є основним методом геохімії ландшафтів, що лежить в основі практично всіх фундаментальних і прикладних ландшафтно-геохімічних досліджень.

Метод біогеохімічних циклів елементів. Біогеохімічний підхід до аналізу живої речовини, заснований на ідеях В.Вернадського, полягає передусім у зіставленні хімічного складу живих організмів зі складом інших природних систем – гірських порід, ґрунтів, вод, атмосферного повітря. Це створює можливості для системного аналізу біологічного кругообігу хімічних елементів, біогеохімічних циклів у ландшафтах і біосфері загалом. Інший спосіб пізнання міграційних циклів елементів у природних системах – детальне вивчення балансу хімічних елементів у системах різного рівня: від локального до глобального. Нині моделі кругообігу речовин краще розроблено для першого (елементарні ландшафти, катени) і останнього рівнів (біосфера).

Для елементарних ландшафтно-геохімічних систем моделі розробляють на основі інформації, яку отримують за стаціонарних досліджень. Моделі глобальних біогеохімічних циклів елементів мають поки що орієн-

товний характер.

І в тому, і в іншому разі набагато повніша інформація є про цикли макроелементів — кисню, азоту, вуглецю, фосфору, сірки. Цикли мікроелементів, пестицидів та інших органічних речовин (поліциклічних ароматичних вуглеводів — ПАВ, поліхлорбіфенілів та ін.) вивчено ще слабо. У цілій низці випадків даних недостатньо для опису повного міграційного циклу яких-небудь елементів і сполук у природній системі. Тоді важливе значення мають багаторічні або сезонні ряди спостережень за тими або іншими середовищами, які мають високу динамічність і варіабельність (повітря, вода).

Таким чином, можна вирізнити два напрями дослідження станів ландшафтів. Перший з них користується ніби методом кларка, але з урахуванням тимчасових змін параметрів. Цей методичний напрям загалом переважає зараз у здійсненні програми фонових геохімічного моніторингу в біосферних заповідниках і на станціях моніторингу. Виконано дуже великий обсяг вимірювань різних показників, у низці випадків виявлено їхні динамічні коливання залежно від природних і техногенних чинників. У цих дослідженнях, як правило, слабо враховують просторову диференціацію параметрів, механізми міграційних процесів і потоки речовин між блоками і компонентами ландшафту.

Другий напрям — це аналіз фонових функціонування ландшафту на основі вивчення потоків і балансів речовини й енергії, біогеохімічних кругообігів елементів.

Основною сферою застосування методів геохімії ландшафтів нині стало вирішення проблем довкілля, зокрема виявлення кризових екологічних ситуацій через оцінку забруднення ландшафтів. Ландшафтно-геохімічні методи використовують на всіх стадіях оцінки стану локальних і регіональних природно-антропогенних геосис-

тем. На регіональному рівні такі оцінки містять такі блоки:

- оцінку природного геохімічного фону регіону;
- аналіз геохімічного впливу сільського господарства на природні геосистеми;
- оцінку стану і ступеня забруднення промислових центрів, впливи гірничодобувного виробництва на довкілля;
- комплексне еколого-геохімічне картографування і районування території за ступенем забруднення на відповідь реакціям і стійкості природних геосистем до техногенних дій.

12.5 Етапи ландшафтно-геохімічних досліджень

Ландшафтні, ландшафтно-геохімічні та геолого-екологічні дослідження містять чотири послідовні етапи: *підготовчий, польовий, лабораторний і камеральної обробки інформації*.

Підготовчий етап ландшафтно-екологічних досліджень складається з:

- планування робіт з визначенням території, масштабів, термінів, завдань і кінцевих результатів робіт;
- складання та затвердження проектно-кошторисної документації з визначенням сполучення компонентів усіх послідовних видів робіт, їх складу й обсягів;
- збір та узагальнення попередніх досліджень на території робіт; складання попередньої схеми ландшафтно-геохімічної структури території досліджень з визначенням точок або маршрутів польових спостережень.

Точки спостережень розміщують у профільному або площинному варіантах. Профілі вибирають за лініями геохімічного сполучення ландшафтів. Цей вид дослідження раціонально вибирати при поглибленому вивченні закономірностей міграції хімічних елементів у разі достатнього обсягу інфор-

мації про ландшафтну структуру території досліджень. Це дає змогу комплексного сполученого аналізу всіх компонентів ландшафту та використання багатьох аналітичних досліджень за рахунок скорочення загальних обсягів робіт. За правилом профільний варіант використовують на полігонах екологічного моніторингу, для дослідження рухомих форм хімічних елементів, розроблення науково-методичних питань ландшафтно-екології. У площинному варіанті точки розташовують на сітці відповідно до масштабу дослідження. Відстань між точками спостережень становить: 5 км – при масштабі 1: 500 000; 2 км – при масштабі 1:200 000, 1 км – при масштабі 1:100 000; 0,5 км – при масштабі 1:50 000; 0,25 км – при масштабі 1:25 000; 0,1-0,01 км – при масштабі 1:10 000. Площинний варіант застосовують найчастіше для визначення структури і складу техногенних аномалій та ореолів розсіювання за умов відомого джерела антропогенного впливу на ландшафти або техногенного забруднення, а також у регіональних дослідженнях ландшафтно-екологічної структури території.

Польовий етап у загальному випадку містить:

- уточнення точок спостережень;
- комплексний опис геоморфологічних, ботанічних гідрологічних, гідрогеологічних, ґрунтових ознак ландшафтів, прояву антропогенних і техногенних процесів;
- відбір проб рослинності, ґрунтів, ґрунтоутворювальних порід, підземних і поверхневих вод, донних відкладень, іноді – ґрунтового й атмосферного повітря, промислових стоків і твердих скидів.

Об'єкти польових спостережень – території ландшафтів і компоненти їхньої структури. Межі ландшафтів, антропогенні зміни природного стану, ознаки та джерела техногенного забруднення, визначені на попередній схемі ландшафтно-або ландшафтно-геохімічної структури території, уточнюються маршрутами та розкриттям ґрунтових розрізів. Визначаються території та ділянки прояву екзогенних

процесів, заболочування, підтоплення та антропогенних чинників їх посилення.

Точки спостережень та їхні номери виносять на карту фактичного матеріалу польових ландшафтно-екологічних досліджень.

Опис природних та антропогенно-техногенних ознак точки спостережень вносять до польового журналу.

Найбільш повний комплекс спостережень містить такі характеристики:

1. *Місцезнаходження точки спостережень*: назву населеного пункту, найближчого водотоку, переважаючі висотні позначки, шляхові магістралі та ін.

2. *Геоморфологічну характеристику*: розташування точки у рельєфі (рівнинна поверхня, схил – пологий чи крутий, підвищення, зниження – улоговина, видолинок, балка), фація, елементарний ландшафт.

3. *Гідрогеологічну характеристику*: зволоженість і рівень появи ґрунтових вод, рівень води у колодязях, динамічний тип джерел, фізичні і хімічні властивості підземних вод – температура, прозорість, запах, механічні й органічні домішки.

4. *Гідрологічну характеристику*: форма та розмір русла, структура долини річки, глибина та ширина водної поверхні, фізико-механічний склад алювіальних утворень водостоків (донні відкладення), фізичні властивості поверхневих вод – температура, прозорість, запах, швидкість руху, механічні й органічні домішки.

5. *Геологічну характеристику* четвертинних і дочетвертинних відкладень, вкритих ерозійною сіткою: літологічний склад осадових відкладень, назва порід, текстура та структура порід, колір, мінералогічний склад, імовірний генезис і геологічний вік.

6. *Опис рослинного покриву*: тип і видовий склад рослинності, замкненість крон лісу, густина та склад ярусу кущів, проектне покриття дерновим шаром поверхні ґрунту, висота та фенологічні фази трав'яного покриву, вияв фі-

топатології рослин (суховершинність, побуріння, плямистість листя та ін.), антропогенний вплив на рослинність (вирубування, пожежі, висаджування дерев, випасання худоби).

7. *Опис ґрунтового розрізу*, включаючи ґрунтоутворювальну породу: визначення генетичних горизонтів, їхні потужності й індекс, колір і механічний склад горизонтів, структура, текстура, вологість, механічні й органічні домішки, новоутворення.

8. *Джерела техногенного впливу* на поверхню ландшафту: дороги, відвали, відстійники, будівлі, смітники та ін.

У точках спостережень здійснюють відбір проб природних вод, ґрунтів, рослинності, позначаючи їх номер у польовому журналі та на етикетці стандартного зразка. Кількість проб та інтервали опробування відповідають проєктній документації, обсяги проб – виду лабораторних досліджень. Номери проб, вид проби та запланований метод аналітичних вимірів заносять до польового журналу, вносять на етикетку проби та до журналу опробування.

Лабораторний етап досліджень суттєво відрізняється залежно від цільового змісту робіт. Вимоги до лабораторних робіт пов'язані з їхньою точністю та чутливістю методів аналізу. Достовірність лабораторних аналізів визначають за матеріалами лабораторного контролю, що виконується в обсязі 5% контрольних вимірювань, — контрольні проби відбирають як частину основної, надаючи їм інший номер. За основними та контрольними вимірами розраховують систематичні та випадкові похибки вимірювань.

До найбільш загальних методів ландшафтно-екологічних досліджень належать:

- визначення агрохімічних характеристик ґрунтів;
- визначення зольності рослинності;
- визначення хімічного складу проб ґрунтів, донних ві-

дкладень, золи рослинності, природних вод;

-визначення форм існування елементів, включаючи передусім рухомі форми.

Актуальність питання пов'язана з вибіркою властивістю рослин поглинати та засвоювати хімічні елементи у специфічних рухомих формах існування.

До *супутніх аналітичних досліджень* входять:

1. Фізичні методи дослідження: приблизно-кількісний спектральний з визначенням до 40 елементів на спектрографах ДФС, СТЕ та ін.; кількісний спектральний аналіз на квантометрі ОФС і спектрографах ДФС.

2. Фізико-хімічні методи: атомно-абсорбційний аналіз – виконують на атомно-абсорбційних аналізаторах АА – 1 «Сатурн».

3. Хіміко-спектральний аналіз.

4. Хімічні методи аналізу природних вод і ґрунтового витягання. Застосовують методи колориметричні, хроматографічні та ін.

Методи обробки й аналізу ландшафтно-екологічних матеріалів визначають передусім відповідно до цільового завдання та завдань досліджень загалом, які можна об'єднати у три групи питань:

1. З'ясування радіальної та латеральної структури ландшафтів території досліджень.

2. Якісно-кількісна оцінка антропогенно-техногенного стану, процесів, явищ і джерел впливу на територіях відповідних ландшафтів.

3. Прогнозна оцінка динаміки техногенних процесів та антропогенних змін території ландшафтів.

12.6 Екологічне прогнозування

Екологічне прогнозування – це передбачення можливої поведінки природних систем, що визначається природними процесами і дією на них людства.

Головна мета прогнозу – оцінка передбачуваної реакції довкілля на пряму або опосередковану дію лю-

дини, вирішення завдань майбутнього раціонального використання природних ресурсів у зв'язку з очікуваними станами довкілля. Сучасні прогнози повинні здійснюватися, виходячи із загальнолюдських цінностей, головна з яких – людина, її здоров'я, якість довкілля, збереження планети Земля як дому для людини.

Прогнози можна поділити за часом, масштабами прогнозованих явищ і змістом (додаток А, рис.А.20).

За часом розрізняють такі види прогнозів: надкороткочасні (до 1 року), короткострокові (до 3-5 років), середньострокові (до 10-15 років), довгострокові (до кількох десятиліть наперед), наддовгострокові (на тисячоліття і більше).

Проте чим більший довгостроковий прогноз, тим він менш точний.

За масштабами прогнозованих явищ прогнози діляться на чотири групи: глобальні (їх називають також фізико-географічними), регіональні (у межах кількох країн світу), національні (державні), локальні (край, область, адміністративний район або ще менша територія).

За змістом прогнози належать до конкретних галузей наук: геологічні, економічні, демографічні, метеорологічні та ін.

Методи прогнозування наслідків антропогенної дії на довкілля. Усі методи прогнозування можна об'єднати в дві групи: логічні і формалізовані (додаток А, рис.А.21).

До логічних належать методи індукції, дедукції, експертних оцінок, аналогії.

Методом індукції встановлюють причинові зв'язки предметів і явищ. Індуктивний метод дослідження, як правило, починають із збору фактичних даних, виявляють ознаки схожості і відмінності між об'єктами і роблять перші спроби узагальнення.

При дедуктивному методі роблять навпаки – від загального до приватного, тобто, знаючи загальні положення і спираючись на них, доходять висновку. Цей метод допомагає визначити стратегію прогнозних досліджень.

Індуктивний і дедуктивний методи тісно взаємозв'язані.

За відсутності достовірних відомостей про об'єкт прогнозу і якщо об'єкт не піддається математичному аналізу, використовують *метод експертних оцінок*, суть якого полягає у визначенні майбутнього на підставі думки кваліфікованих фахівців-експертів, яких залучають для винесення оцінки з проблеми. Існують індивідуальна і колективна експертизи. Для прогнозування методом експертних оцінок фахівці використовують статистичні, картографічні та інші матеріали.

Метод аналогій випливає з того, що закономірності розвитку одного процесу з певними поправками можна перенести на інший процес, для якого потрібно скласти прогноз. Метод аналогій найчастіше застосовують у розробленні локальних прогнозів. Так, у прогнозуванні впливу майбутнього водосховища на довкілля можна використовувати дані щодо вже наявного водосховища, яке має схожі умови.

Формалізовані методи поділяють на статистичний, екстраполяції, моделювання та ін.

Статистичний метод спирається на кількісні показники, які дають змогу зробити висновок про темпи розвитку процесу в майбутньому.

Метод екстраполяції – це перенесення встановленого характеру розвитку певної території або процесу на майбутній час. Так якщо відомо, що у створенні водосховища при неглибокому розташуванні ґрунтових вод на ділянці почалося підтоплення і заболочування, то можна припустити, що надалі ці процеси триватимуть і призведуть зрештою до утворення тут болота.

Моделювання — метод дослідження складних об'єктів, явищ і процесів через їх спрощене імітування (натурне, математичне, логічне). Ґрунтується на теорії подібності (схожості) з об'єктом-аналогом.

Моделі прийнято ділити на дві групи: *матеріальні* (наочні) і *ідеальні* (уявні) (додаток А, рис.А.22).

З матеріальних моделей у природокористуванні най-

поширеніші фізичні моделі. Наприклад, при створенні великих проєктів, таких, як будівництво ГЕС, пов'язаних зі змінами довкілля. Спочатку будують зменшені моделі пристроїв і споруд, на яких досліджують процеси, що відбуваються за наперед запрограмованими діями.

Нині найбільшого значення набувають ідеальні моделі: математичні, кібернетичні, імітаційні, графічні.

Суть *математичного моделювання* полягає в тому, що за допомогою математичних символів будують абстрактну спрощену подібність системи, що вивчається. Далі, змінюючи значення окремих параметрів, досліджують, як поведеться ця штучна система, тобто як зміниться кінцевий результат.

Математичні моделі, що будуються із застосуванням ЕОМ, називають *кібернетичними*.

Дослідження, в яких ЕОМ відіграє важливу роль у самому процесі побудови моделі і проведення модельних експериментів, отримали назву *імітаційного моделювання*, а відповідні моделі — *імітаційних*.

Графічні моделі становлять блокові схеми (додаток А, рис.А.23) або розкривають залежність між процесами у вигляді таблиці-графіка. Графічна модель дає змогу конструювати складні еко- і геосистеми.

За охопленням території всі моделі можуть бути: *локальними, регіональними і глобальними*.

Головну мету ландшафтно-екологічного прогнозування можна сформулювати як перспективну оцінку у часі динаміки й особливостей розвитку антропогенних змін ландшафтів і процесів техногенної міграції, здатних впливати на живу речовину у межах ландшафту.

Ландшафтно-екологічне прогнозування – це розгалужена мережа передбачень динаміки параметрів стану довкілля, здатних впливати на здоров'я людини взагалі, або клінічних ознак здоров'я населення у кожному окремому випадку.

Ландшафтно-екологічний прогноз враховує загальнотеоретичні аспекти географічного прогнозу в межах вирішення спеціальних завдань екологічного напрямку. Склад-

ність і недостатня розробленість загальнонаукової основи методології в екологічному прогнозі загалом зумовлюють спрямованість прогнозних оцінок, як правило, у межах лише кількох компонентів ландшафтів, найчастіше ґрунтів або підземних вод. Ландшафтно-екологічний прогноз передбачає ландшафтну оцінку територій, що є неодмінним джерелом планування та проектування характеру їхнього господарського використання та обґрунтування екологічних наслідків розвитку ландшафтних структур або їхніх комплексів.

Прогнози екологічного стану ландшафтів можна поділити на *якісні, кількісно-якісні та кількісні*.

Якісні прогнози виконують найчастіше у формі графічної моделі на підставі *якісних та якісно-кількісних оцінок* властивостей ландшафтів. Ці оцінки є непрямыми причинами процесу прогнозу.

Якісний прогноз дає відносну оцінку ділянок території, ранжуючи їх за інтенсивністю та характером прояву явища (або процесу) антропогенного та техногенного походження. Виокремлені ділянки можуть включати і один ландшафт, і угруповання ландшафтів. Якісні та кількісно-якісні оцінки прогнозу відрізняються принципом оцінки природних чинників і відповідно ступенем точності. Якісні оцінки є загальнотеоретичними уявленнями про відношення ландшафту до відповідного елемента прогнозування. Якісно-кількісні включають систему обґрунтованих кількісних параметрів характеристик ландшафту, здатних впливати на вияв у часі елемента прогнозу. Широко використовується принцип оцінки ландшафтних чинників щодо елемента прогнозування у балах, сума яких відповідає результативному рівню ландшафту щодо елемента прогнозу.

Кількісно-якісний прогноз виконують у формі карт і таблиць з відповідними поясненнями щодо розвитку елемента прогнозу. Базується на *прямих кількісних ознаках* територій, що зумовлюють диференціацію у просторі (інколи – у часі) територій ландшафтів. Прогнози цього типу виконують за розрахунками для окремого компонента ландшафту та їх

узагальнень за сумарними показниками забруднення, гранично допустимими концентраціями вмісту токсичних елементів, верхніми та нижніми граничними концентраціями есенціальних елементів.

Кількісне прогнозування виконують у вигляді статистичних моделей за емпіричними або емпірично-теоретичними даними. Це математичні моделі динаміки розвитку антропогенних і техногенних процесів. Розрахунки кількісних ознак прогнозованого елемента виконують на всі можливі інтервали часу. Як правило, за фактичним матеріалом цих прогнозів вибирають матеріали моніторингових спостережень, що містять однорідні ознаки об'єкта, прив'язаного до часу.

12.7 Геоінформаційні системи

Серед засобів інформаційного забезпечення досліджень ландшафтів особливе місце посідають геоінформаційні системи (ГІС).

ГІС – це інтерактивні системи, здатні реалізувати збір, систематизацію, зберігання, обробку, оцінку, відображення і розповсюдження даних, і як засіб отримання на їхній основі нової інформації і знань про просторово-часові явища.

До структури ГІС входять чотири обов'язкові підсистеми:

- введення даних, що забезпечує введення і/або обробку просторових даних, отриманих з карт або будь-яких інших джерел інформації;

- зберігання і пошуку, що дає змогу оперативно отримувати дані для відповідного аналізу, актуалізувати і коректувати їх;

- обробки й аналізу, які дають змогу оцінювати параметри, вирішувати розрахунково-аналітичні задачі;

- представлення (видачі) даних у різному вигляді (карти, таблиці, зображення, блок-діаграми, цифрові моделі місцевості та ін.).

Існують різні аспекти класифікації ГІС. Наприклад, за територіальним охопленням (загальнонаціональні і регіональні ГІС); за цілями (багатоцільові, спеціалізовані, окре-

ма, інформаційно-довідкові, інвентаризаційні, для потреб планування, управління); за тематичною орієнтацією (загальногеографічні, галузеві, зокрема водних ресурсів, використання земель, лісокористування, рекреації та ін.).

Більшість систем орієнтована на вирішення приватних завдань, але щоразу більшу увагу приділяють комплексним аспектам вивчення системи «суспільство – природа».

Саме з погляду всебічного аналізу території, що інтегрує природні, соціальні і економічні складники, створюють глобальну базу даних, відому під назвою Глобального ресурсного інформаційного банку даних (GRID).

GRID функціонує в рамках створеної 1975 року системи моніторингу навколишнього середовища (GEMS) під егідою програми ООН довкілля (ЮНЕП). GEMS нині складається з 22 глобальних систем моніторингу, які управляються через різні організації ООН, наприклад, Продовольчу і сільськогосподарську організацію (ФАО), Всесвітню метеорологічну організацію (ВМО), Всесвітню організацію охорони здоров'я (ВОЗ), міжнародні союзи й окремі країни, що тією чи іншою мірою беруть участь у програмі. Моніторингові мережі організовано всередині п'яти блоків, пов'язаних з кліматом, здоров'ям людей, середовищем океану, далекодіючими забрудненнями, що переміщуються, відновлюваними природними ресурсами.

Головна перевага ГІС перед іншими інформаційними системами – в можливості об'єднання різнорідних даних на основі географічної (просторової) інформації. Можливість зручного пошуку об'єктів за географічною чи іншою просторовою ознакою, пошук об'єкта в базі даних за значеннями його атрибутів з подальшим з'ясуванням його місця розташування на карті-схемі роблять ГІС-технології незамінними у створенні сучасних інформаційно-довідкових систем. З огляду на тенденції розвитку Internet, що найближчим часом може стати одним з основних джерел інформації в усьому світі, інтеграція ПС-технологій і Internet-технологій становить безсумнівну актуальність.

Для забезпечення дотримання законодавства про охорону довкілля в процесі господарської та іншої діяльності в Україні здійснюється екологічний аудит.

12.8 Екологічний аудит

Еколого-безпечний розвиток суспільства, держави потребує ефективної екологізації усіх сфер виробництва, постійної об'єктивної та оперативної інформації про екологічний стан (і особливості його змін) усіх об'єктів людської діяльності, тобто ефективних екологічної оцінки та екологічного контролю. Систему такого контролю становлять постійне екологічне інспектування, екологічна паспортизація об'єктів і процесів людської діяльності, екологічний аудит. Екологічний аудит – один з найновіших методів екологічної оцінки і контролю, новий вид важливої підприємницької діяльності в галузі охорони довкілля, який потребує високого рівня екологічної освіти, серйозного досвіду роботи в природоохоронних органах. Особи, які виконують екологічний аудит, повинні мати відповідний державний документ-сертифікат (ліцензія на право здійснення екологічного аудиту), який засвідчує права особи на проведення цього важливого екологічного процесу і відповідний рівень знань і досвіду.

У перекладі з англійської термін «аудит» означає «ревізія звітності» і передбачає два види перевірки – внутрішню і зовнішню. Проте екологічний аудит є процесом більш складним і ширшим. Нині він є одним з механізмів управління в галузі охорони довкілля і ресурсокористування. Тому фахівець-екоаудитор повинен мати глибокі знання в галузі екологічного законодавства і нормування, бухгалтерського обліку й аудиту, екологічного моніторингу і менеджменту, проблем місцевої регіональної і глобальної екології.

Екологічний аудит є одним з нових інструментів, що дають змогу ефективно регулювати еколого-економічні відносини з дотриманням вимог екологічної безпеки.

Екологічний аудит – це процес систематичного оцінювання екологічного потенціалу об'єкта (виробництва, території та ін.) і його потенційних екологічних ризиків для

встановлення відповідності вимогам чинного екологічного законодавства згідно з національними і міжнародними екологічними стандартами. Результати екологічного аудиту повинні використовуватися для визначення потрібних природоохоронних заходів, управлінських рішень і пов'язаних з ними фінансових витрат, формування ефективної екологічної політики. Позитивні висновки екологічного аудиту є дуже важливою умовою інвестиційної привабливості об'єкта (підприємства), виходу на міжнародні ринки, пільгову рекламу та пільгове банківське кредитування. У США, Канаді, Японії, Західній Європі екологічно чиста продукція (це підтверджується відповідними екологічним маркуванням та екологічною сертифікацією на основі даних екологічного аудиту) користується значним попитом і перевагами.

Основні причини екоаудиту – потреба отримання достовірної інформації про об'єкт під час страхування, приватизації, для конкуренції на ринку, ефективної екологізації виробництва.

Цілі та функції екологічного аудиту визначають залежно від особливостей об'єкта аудиту, типу останнього та вимог замовника. Ці функції і цілі суттєво відрізняються під час аудиту ділянки території, якості продукції, екологічної безпеки виробничого процесу чи устаткування, системи екологічного менеджменту чи екологічної безпеки інвестиційної програми та ін.

Об'єктами екоаудиту можуть бути будь-які види інвестиційної, господарської, адміністративної діяльності, плани, програми й об'єкти, що здатні негативно впливати на здоров'я людей і довкілля, екологічні паспорти, екологічні ситуації, сировина для виробництва, продукція виробництва, військові об'єкти.

Суб'єктами екоаудиту можуть бути спеціально уповноважені особи, фахівці, які мають відповідні ліцензії, а також аудиторські фірми – організації, до статутної діяльності яких входить надання екологічних аудиторських послуг і які мають відповідну ліцензію на їх виконання. Серед

суб'єктів екоаудиту вирізняють замовників екоаудиту (фізичні та юридичні особи, власники об'єктів діяльності, центральні і місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування) і виконавців (фахівці-аудитори, аудиторські групи, аудиторські фірми, виконавчі органи Міністерства охорони природи).

Типи екологічного аудиту:

- екологічна експрес-оцінка інвестиційних ризиків (спрощений аудит);

- оцінка екологічного стану ділянки території (власником якої є підприємство або ділянки, що приватизуються, та ін.);

- екоаудит продукції виробництва;

- екоаудит виробничої діяльності;

- екоаудит системи екологічного менеджменту (управління) підприємств і організацій.

Нині надзвичайно актуальний екоаудит приватизації, коли оцінюють роль економічного фактора в оцінці майна, території, виробництва, визначають потенційні екологічні ризики і вартість їхньої нейтралізації. Функції екоаудиту є не тільки оцінні, а й рекомендаційні. У виконанні екоаудиту враховують фактори, які впливають на ціноутворення в різних галузях промисловості і в різних регіонах чи районах країни. У процесі ціноутворення використовують показники екологічної небезпеки підприємства (шкода від використання природних ресурсів, від забруднень і перезабруднень довкілля, екологічні штрафи за аварійні та залпові викиди і скиди шкідливих речовин та ін.).

Екоаудит виконують за такою схемою:

- 1.Підготовка до здійснення аудиту (вибирають об'єкт аудиту, складають команду експертів-аудиторів, визначають обсяги і специфіку перевірки); критеріями екоаудиту є система природоохоронних актів, норм, законів.

- 2.Безпосереднє виконання екоаудиту (реєструють і аналізують контрольну систему управління, збирають і

аналізують дані екологічного характеру, перевіряють статистичні дані, складають звіт про результати перевірки); доказами екоаудиту є документально зафіксовані факти відповідності діяльності об'єкта екологічним нормам і стандартам.

3. Діяльність після завершення аудиту (складають кінцевий звіт, складають і реалізують план заходів з екологізації об'єкта, коригують дії об'єкта).

Об'єктивність і ефективність аудиту залежить від таких чинників: активні дії і підтримка керівництва об'єкта, об'єктивність і незалежність експертів-аудиторів, їхня компетентність і висока кваліфікація, чітка структурна і систематична процедура перевірки, контроль за якістю останньої, активне здійснення запропонованих заходів і виконання рекомендацій.

У розвинених країнах екоаудит є дієвим інструментом оцінки й управління ризиком, передбачення і запобігання позаштатним ситуаціям, інструментом екологічного менеджменту.

Вигоди від здійснення екологічного аудиту:

- підвищення репутації підприємства на внутрішньому і зовнішньому ринках, підвищення інвестиційної привабливості його розвитку;

- зменшення витрат на виробництво через використання нових, більш прогресивних економічних і екологічних технологій;

- розширення ринків збуту більш екологічно чистої продукції і підвищення своєї конкурентоспроможності на світових ринках;

- зменшення витрат на сировину, воду, електроенергію за рахунок впровадження рекомендованих аудитором заходів.

Екологічний аудит на режимних об'єктах, що містять державну таємницю, здійснюють відповідно до законів «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991), «Про державну екологічну експертизу» (1995), «Про державну та-

емницю», «Про екологічний аудит» (2004) та ін.

Екологічний аудит обов'язковий для екологічно небезпечних об'єктів і підприємств (відповідно до переліку Кабінету Міністрів України); екологічно небезпечних військових, оборонних об'єктів та інших приватних об'єктів, що здійснюють екологічно небезпечні види діяльності; у банкрутстві юридичних і фізичних осіб, які здійснюють екологічно небезпечні види діяльності. Для інших об'єктів людської діяльності екологічний аудит є процедурою добровільною, хоча, як зазначалося вище, дає низку суттєвих вигод і переваг.

Державне управління у сфері екоаудиту здійснюють Кабінет Міністрів, місцеві ради, органи виконавчої влади, Міністерство охорони навколишнього середовища і природних ресурсів.

Сертифікація (визначення кваліфікації екоаудиторів) здійснює Аудиторська палата України. Термін дії сертифіката не може перевищувати п'яти років. Після цього аудитор повинен підтвердити свою кваліфікацію складанням іспиту спеціальної комісії.

У разі встановлення кількох фактів низькоаудиторської перевірки, систематичних чи грубих порушень чинного законодавства України, встановлених норм і стандартів екоаудиту дія сертифіката припиняється.

Довідкова інформація

1-Географічна оболонка Землі – цілісна і безперервна оболонка Землі; охоплює нижні шари атмосфери, верхні товщі літосфери, майже всю гідросферу і всю біосферу. Ці складові частини географічної оболонки проникають один в одного і знаходяться в тісній взаємодії, між ними відбувається безперервний обмін речовиною і енергією. Сумарна товщина географічної оболонки — декілька десятків км. Основним джерелом процесів, що відбуваються в географічній оболонці, служить енергія Сонця. Її нерівномірне надходження і розподіл по кулястій поверхні Землі приводить до величезної

просторової диференціації природних умов у межах географічної оболонки. Значну дію на формування географічної оболонки надає і внутрішнє тепло Землі; з дією ендегенних сил пов'язана неоднорідність макроструктури літосфери (утворення і розвиток континентів, океанів, гір, рівнин, западин та ін.). Від інших оболонок Землі географічна оболонка відрізняється наявністю життя, різноманіттям видів вільної енергії, наявністю речовини в трьох агрегатних станах — твердому, рідкому, газоподібному. Верхня і нижня межі географічної оболонки виражені нечітко, вони становлять перехідні зони. До географічної оболонки звичайно відносять шар атмосфери заввишки 25-30 км; у ньому відмічається наявність пилу літосферного (головним чином вулканічного) походження і можуть існувати живі організми. У географічну оболонку входять океани, глибина яких перевищує місцями 10 км. У літосфері до географічної оболонки, як правило, відносять тільки зону гіпергенеза (завглибшки в декілька сотень метрів, іноді до 4-5 км), але іноді її нижню межу проводять по підніжжю стратисфери, середній глибині сейсмічних або вулканічних вогнищ, підшві земної кори, рівню з постійними протягом року температурами гірських порід. Уявлення про географічну оболонку як про «зовнішню оболонку Землі» введено російським метеорологом і географом П. І. Броуновим (1910), термін «Географічна оболонка» був запропонований російським географом А. О. Григор'євим (1932).

2-Арістотель (384-322 рр. до н.е.), давньогрецький філософ. Твори Арістотеля охоплюють всі галузі тодішнього знання. Прагнучи пізнати світ у цілому, пізнати природу та організми, що її населяють, проникнути в зміст природи і передати це іншим людям. Він займався логікою і біологією, метафізикою і етикою, психологією і теологією, географією і астрономією і так, що вони були об'єднані в струнку систему. Землю Арістотель уявляв кулястою і невеликою в порівнянні із Всесвітом. На доказ кулястості Землі він вказував про круглу форму тіні під час місячних затемнень і на зміну зоряного неба при переміщенні з півночі на південь. Арістотель

вважав, що Земля знаходиться в центрі Всесвіту. Завдяки авторитету Арістотеля ця думка панувала протягом 2 тисяч років. Практично все відоме на той час у географії було узагальнене в його книзі «Метеорологіка». У праці «Про небо» він наводить докази кулястості Землі. В одному з розділів «Метеорологіки» йде мова про зміну земної поверхні, тобто про трансгресії і регресії, про кругообіг води із Чорного моря в Середземне, солоність води, зональність Землі. Арістотель виділяє 5 зон, з яких тільки дві обжиті. «Метеорологіка» Арістотеля – це, по суті, початки загального землезнавства.

3-Ератосфен Киренський (близько 276-194 рр. до н. е.), давньогрецький учений. Заклав основи математичної географії, вперше виміряв дугу меридіана. Праці з математики (теорія чисел), астрономії, філології, філософії, музиці.

4-Геродот (між 490 і 480 рр. — 425 р. до н. е.), давньогрецький історик, якого називають «батьком історії». Один із перших географів і учених-мандрівників. На підставі баченого і розпитувань дав перший загальний опис відомого тоді світу. Для написання своєї знаменитої «Історії», як передбачається, об'їхав майже всі відомі країни свого часу: Грецію, Південну Італію, Малу Азію, Єгипет, Вавилонію, Персію, відвідав більшість островів Середземного моря, побував на Чорному морі, в Криму і в країні скіфів. Користувався методом районування, описуючи Лівію. На території цієї країни він виділив чотири специфічні широтні смуги: приморська населена зона, зона «диких звірів», «піщана смуга» (зона пустель) і південна населена зона.

5-Вареніус Бернгард (Вареніус Бернхардус) (1622-1650), нідерландський географ. Автор «Загальної географії» (1650), в якій у системі знань про Землю вперше виділив географію.

6-Крашенинніков Степан Петрович (1711-1755), російський мандрівник, дослідник Камчатки, академік Петербурзької АН. Учасник 2-ї Камчатської експедиції (1733-1743). Склав перший «Опис землі Камчатки» (1756).

7-Ломоносов Михайло Васильович (1711-1765), ро-

сійський вчений, енциклопедист, природодослідник, філософ, поет, художник, історик.

8-Гумбольдт Олександр (1769-1859), німецький природодослідник, географ і мандрівник. Досліджував природу різних країн Європи, Центральної і Південної Америки («Подорож в рівноденні області Нового Світу»), Уралу, Сибіру. Один із засновників географії рослин і вчення про життєві форми. Обґрунтував ідею вертикальної зональності, закріпив основи загального землезнавства, кліматології. Твори Гумбольдта зробили великий вплив на розвиток еволюційних ідей і порівняльного методу в природознавстві.

9-Паллас Петро Симон (1741-1811), російський природознавець, академік Петербурзької АН. Керував експедиціями Петербурзької АН (1768-1774) на Сході, Південному Сході Європейської частини Росії і в Сибіру, 1793-1794 – на Півдні Росії (включаючи Південну Україну і Крим). Зібрав великі ботанічні, зоологічні, палеонтологічні, геологічні, кліматологічні, етнографічні та інші матеріали, результати яких опубліковані в книзі «Подорож по різних провінціях Російської держави». Автор «Флори Росії». Праці із зоології, палеонтології, ботаніки, етнографії та ін.

10-Гільденштедт (Гюльденштедт) Йоганн Антонович (1745-1781), російський природодослідник і мандрівник, академік. Учасник експедицій АН (1768-1774). Автор щоденників, що містять обширний географічний, біологічний і етнографічний матеріал щодо Кавказу і України.

11-Лепехін Іван Іванович (1740-1802), російський мандрівник і натураліст, академік Петербурзької АН (1768). Керував експедицією АН (1768-1772) в Поволжі, на Уралі і півночі Європейської частини Росії. Основна праця «Денні записки подорожі...» — один з великих творів російської наукової думки XVIII ст.

12-Еверсман Едуард Олександрович (1794-1860), російський натураліст, лікар і мандрівник, один із основоположників зоогеографії в Росії. Зробив у 1820-1830 рр. ряд подорожей по азійській частині Росії, зібрав обширні колекції

савців, птахів, комах. Велика частина робіт присвячена фауні південного сходу Росії.

13-Мідендорф Олександр Федорович (1815-1894), російський природодослідник і мандрівник, академік, почесний член Петербурзької АН. Досліджував (1842-1845) і склав природничо-історичний опис Північного і Східного Сибіру і Далекого Сходу. Вказав на зональну рослинність і наявність в Сибіру вічної мерзлоти.

14-Сєверцев Микола Олексійович (1827-1885), російський зоолог, зоогеограф і мандрівник, один з піонерів екології і еволюційного вчення в Росії. У 1857-1879 досліджував Середню Азію, створив перші комплексно-географічні характеристики її природи. Праці із зоогеографічного районування Палеарктики, птахів Росії.

15-Борщов Ілля Григорович (1833-1878), російський ботанік і хімік, професор Київського університету. У роботі «Матеріали для ботанічної географії Арало-Каспійського краю» (1865) дав загальний нарис краю і ботаніко-географічний аналіз його флори. Вперше наніс на карту ареали 66 видів рослин. Автор робіт із систематики квіткових рослин, анатомії і фізіології рослин, з колоїдної хімії.

16-Рупрехт Франц Іванович (1814 -1870), російський ботанік, член Петербурзької АН. Подорожував по півночі Європейської частини Росії (1841) і Кавказу (1860-61). Основні праці присвячені флорі вищих рослин різних районів Росії, систематиці злаків, зонтичних, водоростям Тихого океану. У роботі «Геоботанічні дослідження про чорнозем» (1866) обґрунтував зв'язок утворення чорнозему із степовою рослинністю.

17-Богданов Модест Миколайович (1841-1888), російський орнітолог, зоогеограф. Досліджував фауну Поволжя, Кавказу, побережжя Мурманська. Один з керівників Товариства природодослідників при Санкт-Петербурзькому університеті.

18-Семенов-Тянь-Шанський (до 1906 р. Семенов) Петро Петрович (1827-1914), російський географ, статистик,

громадський діяч, почесний член Петербурзької АН. З 1849 р. вів експедиційні роботи на Східно-Європейській рівнині. В 1856-1857 рр. вивчав Тянь-Шань, створив першу схему його орографії і висотної зональності (наукове вивчення Тянь-Шаню через 50 років було відмічене додаванням до його прізвища «Тянь-Шанський»).

19-Татищев Василь Микитович (1686-1750), російський історик, державний діяч. Праці з етнографії, історії, географії. Татищев вперше побачив і усвідомив зв'язок географії з історією: почавши за дорученням Петра I картографічне і географічне вивчення Росії, він переконався, що знання географії країни неможливе без вивчення її історії. Результатом цих робіт стали праці з географії Сибіру і Росії.

20-Радищев Олександр Миколайович (1749-802), російський письменник, філософ.

21-Арсеньєв Костянтин Іванович (1789-1865), російський статистик, історик, географ, академік Петербурзької АН. У 1819-1821 професор Петербурзького університету. Намагався обґрунтувати економічне районування Росії. Головна праця «Статистичні нариси Росії» (1848).

22-Габліц Карл Іванович (Карл Людвіг) (1752-1821), російський природодослідник, ботанік, мандрівник, член-кореспондент Петербурзької АН. Учасник експедицій Петербурзької АН, зокрема, з 1769 р. в експедиції по басейну Дону, Волги, Кавказу, в 1781 р. в експедиції по Каспійському морю. Описав ряд нових для науки видів рослин і тварин. Автор перших зведень по природі Криму.

23-Траутфеттер Рудольф Ернестович (1809-1889), російський ботанік, член-кореспондент Петербурзької АН. Основні праці з флористики і систематики. Роботи з історії ботаніки в Росії.

24-Мензбір Михайло Олександрович (1855-1935), російський зоолог, основоположник наукової школи, академік. Книга «Птахи Росії» (1893-95) — перше критичне зведення з систематики і біології птахів Росії. Праці із зоогеографії Палеарктики, порівняльної анатомії.

25-Воейков Олександр Іванович (1842-1916), кліматолог і географ, основоположник кліматології в Росії, член-кореспондент Петербурзької АН. Серед численних робіт Воейкова найбільше значення має капітальна праця «Клімат земної кулі, особливо Росії» (1884), в якій вперше була розкрита фізична суть і розглянута структура складних кліматичних процесів, виявлені роль окремих кліматоутворюючих факторів і взаємодія клімату з іншими компонентами природи.

26-Нікітін Сергій Миколайович (1851-1909), російський геолог, член-кореспондент Петербурзької АН. Праці із стратиграфії карбону, пермі, юри і крейди Європейської частини Росії. Один з організаторів гідрогеологічних досліджень у Росії.

27-Геттнер Альфред (1859-1941), німецький географ. Праці з історії і методології географії, відносив географію до просторових («хорологічних») наук.

28-Докучаєв Василь Васильович (1846-1903), російський природодослідник, професор Петербурзького університету. У класичній праці «Російський чорнозем» (1883) закріпив основи генетичного ґрунтознавства. Створив вчення про географічні зони. Дав наукову класифікацію ґрунтів (1886). У книзі «Наші степи раніше і зараз» (1892) виклав комплекс заходів боротьби із засухою. Геолого-географічні «екскурсії» вченого проходили територією України; завдяки їм були визначені більш придатні умови для господарювання в цій місцевості. Заснував першу в Росії кафедру ґрунтознавства (1895). Ідеї Докучаєва зробили вплив на розвиток фізичної географії, лісознавства, меліорації та ін.

29-Краснов Андрій Миколайович (1862-1914), російський ботанік і географ. Праці з історії рослинності Середньої Азії, степів Північної півкулі. Сприяв розведенню в Росії чаю і цитрусових. Заснував Батумський ботанічний сад (1912).

30-Морозов Георгій Федорович (1867-1920), лісовод, ботанік і географ. Створив сучасне вчення про ліс як біогеоценоз, заснував школу лісознавства в Росії. Розробив

вчення про типи лісових насаджень, розвинув уявлення про зміни лісових порід і їх співтовариств, обґрунтував теорію вирубувань і лісовідновлення.

31-Висоцький Георгій Миколайович (1865-1940) - видатний український вчений у галузі лісівництва, ґрунтознавства, геоботаніки, фізичної географії і гідрології, основоположник науки про ліс і лісову дослідницьку справу. Автор понад 200 наукових праць. Вивчав вплив лісу на водний режим місцевості, заклав основи ґрунтової гідрології посушливих районів, розробив теорію трансгресивної ролі лісів, класифікацію дібров і заслужено визнаний корифеєм степового лісорозведення. Велике значення мають розроблені вченим для степових умов деревно-чагарниковий і деревно-тіньовий типи лісових насаджень.

32-Танфільєв Гаврило Іванович (1857-1928), російський географ, геоботанік і ґрунтознавець, основоположник болотознавства. Праці з географії, зональності рослинного покриву. Автор «Географії Росії».

33-Сибірцев Микола Михайлович (1860-1900), російський ґрунтознавець. Розробив генетичну класифікацію ґрунтів.

34-Вернадський Володимир Іванович (1863-1945), російський природодослідник, мислитель і громадський діяч. Основоположник комплексу сучасних наук про Землю — геохімію, біогеохімію, радіогеологію, гідрогеологію та ін. Творець багатьох наукових шкіл. Академік АН. Ідеї Вернадського зіграли визначну роль у становленні сучасної наукової картини світу. У центрі його природничонаукових і філософських інтересів – розроблення цілісного вчення про біосферу і еволюцію біосфери в ноосферу, в якій людський розум і діяльність, наукова думка стають визначальним чинником розвитку, могутньою силою, порівнянною за своєю дією на природу з геологічними процесами.

35-Глінка Костянтин Дмитрович (1867-1927), російський ґрунтознавець, один з основоположників ґрунтознавства, академік АН; пропагандист генетичного ґрунтознавства.

Праці із зональності ґрунтового покриву, генезису і класифікації ґрунтів. Організатор і керівник ґрунтово-географічної експедиції до Сибіру і Середньої Азії (1908-1914).

36-Берг Лев Семенович (1876-1950), фізико-географ і біолог, академік АН. Розробив вчення про ландшафти і розвинув ідеї В. В. Докучаєва про природні зони. Першим здійснив зональне фізико-географічне районування території колишнього СРСР. Капітальні праці з іхтіології (анатомії, систематики і розповсюдження риб), кліматології, озерознавству, а також історії географії. У 1922 р. висунув еволюційну концепцію номогенезу (номогенез – концепція біологічної еволюції як процесу, що проходить за певними внутрішніми закономірностями, що не зводяться до дій зовнішнього середовища.).

37-Неуструєв Сергій Семенович (1874-1928), російський ґрунтознавець і фізико-географ. Увів термін «сірозем» і встановив сіроземний тип ґрунтоутворення в пустелях.

38-Полинов Борис Борисович (1877-1952), російський ґрунтознавець і геохімік, академік. Основні праці з формування кори вивітрювання і походження ґрунтів, класифікації і геохімічної характеристики ландшафтів.

39-Броунов Петро Іванович (1852-1927), російський метеоролог і агрометеоролог. Професор Київського (1890) і Петербурзького (1900) університетів. Організував Придніпровську мережу метеорологічних станцій. У 1878 р. запропонував методи прогнозу руху циклонів по зміні тиску, пояснив виникнення і рух циклонів. Знайшов у житті культурних рослин «критичні періоди», з'ясував, як пов'язаний розподіл вологи і середнього тиску повітря на Землі з розподілом різних ґрунтів. Підготував (1925) атлас ізокліматичних зон Землі. Увів поняття «зовнішньої» (географічної) оболонки Землі, що є предметом фізичної географії як науки.

40-Крубер Олександр Олександрович, російський фізико-географ. Один з найбільших російських дослідників карсту. З 1897 р. вивчав карстові рівнини Східно-Європейської рівнини, Криму, Кавказу. Брав участь в створенні географіч-

них підручників і хрестоматій.

41-Раменський Леонтій Григорович (1884-1953), російський ботанік і географ. Вивчав природні кормові угіддя ряду районів Росії. Розробив уявлення про єдину типологію земель, розвивав екологічний напрям в геоботаніці, вніс багато нового в її теорію. Був родоначальником застосування кількісних методів при геоботанічних дослідженнях. Один з основоположників вчення про морфологію географічного ландшафту.

42-Григор'єв Андрій Олександрович (1883-1968), російський географ. Організатор (з 1918) і перший директор Інституту географії АН. Розробив вчення про географічну оболонку Землі; дав аналіз природних умов різних географічних поясів Землі.

43-Солнцев Микола Адольфович (1902-1991), російський фізико-географ і ландшафтознавець. Основні праці з регіональних ландшафтних досліджень, питань таксономії, структури і динаміки ландшафтів.

44-Ісаченко Анатолій Григорович (1922), фізико-географ і картограф. Основні праці із дослідження загальних закономірностей фізико-географічної диференціації, класифікації ландшафтів, праці з фізико-географічного районування, складання ландшафтних карт. Роботи з історії і теорії географічної науки (класифікація географічних наук, уточнення понятійно-концептуального апарату географії).

45-Мільков Федір Миколайович (1918-1996), відомий російський географ. Широку популярність здобув своїми роботами з теорії, методології і практики ландшафтознавства, методів вивчення ландшафтів. Мільков став одним із засновників антропогенного ландшафтознавства, розробив вчення про ландшафтну оболонку Землі, зробив великий внесок у фізико-географічне районування і картографування, запропонував систему парагенетичних ландшафтних комплексів, організував широкомасштабні дослідження ландшафтів.

46-Геренчук Каленик Іванович (1904-1984), відомий український фізико-географ, геоморфолог, ландшафтозна-

вель. Основні праці присвячені питанням розвитку рельєфу, проблемам ландшафтознавства, фізико-географічному районуванню території України, природоохоронним проблемам, загальним і регіональним питанням фізичної географії, геоморфології.

47-Міллер Гаврило Петрович (1934–1994), засновник школи гірського ландшафтознавства, учень К.І. Геренчука. Зробив значний внесок у розуміння загальних закономірностей динаміки і розвитку природних територіальних систем, прогнозування їхніх станів, експертизи сучасного стану і станів з різноваріантними антропогенними модифікаціями. Активний прибічник застосування ландшафтної парадигми практично у всіх можливих напрямках життя сучасного суспільства. Розробив основи гірського ландшафтознавства, встановив закономірності генезису структури і динаміки гірських ландшафтів. Розробив методику картографування гірських територій. Започаткував низку прикладних напрямків у ландшафтознавстві.

48-Маринич Олександр Мефодійович (1920), відомий український вчений у галузі фізичної географії, геоморфології, ландшафтознавства та історії географічної науки.

49-Шищенко Петро Григорович (1936), фізико-географ, заслужений діяч науки і техніки України, член-кореспондент Академії педагогічних наук України, професор кафедри географії України, доктор географічних наук, Лауреат Державної премії України, президент Українського географічного товариства. В галузі фізичної географії ним розроблені теоретичні положення, визначені об'єкт, предмет, зміст і послідовність ландшафтознавчого аналізу в регіональному проектуванні. У результаті багатолітніх досліджень встановлені закономірності просторової диференціації ландшафтів України, обґрунтовані оригінальні схеми ландшафтного районування її територій. Виконані дослідження стійкості ландшафтів України як їх здатності зберігати інваріантну структуру при певних режимах природного функціонування і антропогенних навантажень у зональних діапазонах фізико-географічних

умов, що є основою для визначення співвідношення стадії регіонального проектування і відповідних їм масштабів ландшафтознавчих досліджень для прийняття проектних рішень.

50-Сочава Віктор Борисович (1905-1978), російський географ, геоботанік і ландшафтознавець, основоположник Сибірської географічної школи, творець нового напрямку в географічній науці – учення про геосистеми.

51- Тенслі Артур Джордж (1871-1955), англійський ботанік. Професор. Викладав у вузах Лондона, Кембріджа, Оксфорда. Один із засновників англо-американської фітоценологічної школи. Ввів поняття «екосистема» (1935).

52-Троль Карл (1899-1975), німецький географ. Брав (з 1926) участь в експедиціях в гірські райони Північної і Південної Америки, Африки, Центральної Азії. Основні праці з вивчення рельєфу, клімату, рослинності і їх взаємозв'язків, особливо в гірських і тропічних країнах, а також з проблем екології ландшафтів. Увів поняття «ландшафтна екологія» (1939).

53-Рюбель Едуард (1876-1960), швейцарський геоботанік і фізіолог рослин. Особливо прославився дослідженнями мохів. Займався проблемою співвідношення екології, фітогеографії і геоботаніки.

54-Гродзинський Михайло Дмитрович (1957), фізико – географ, завідувач кафедри фізичної географії та геоекології, географічного факультету КНУ ім. Т. Шевченка. Професор, доктор географічних наук. Наукові інтереси – у сфері ландшафтної екології. Ним написаний перший у слов'яномовних країнах університетський підручник з цієї дисципліни, розроблений ряд теоретичних положень та концепцій ландшафтної екології, які здобули широке визнання. М.Гродзинський обґрунтував концепцію множинності форм стійкості ландшафтів та систему показників її кількісного оцінювання. На основі цієї концепції з'ясовані механізми забезпечення та порушення стійкості геосистем, ландшафтних територіальних структур різних типів та ландшафтних меж і

екотонів. Ним розроблені методи визначення допустимих норм антропогенних навантажень на ландшафти та екосистеми, критерії та методи визначення ступеня критичності станів ландшафтів, оцінки імовірності та втрат від екологічних ризиків.

55-Гуцуляк Василь Миколайович (1935), професор кафедри фізичної географії та раціонального природокористування Чернівецького національного університету. Організатор масштабних досліджень з геохімії ландшафтів та екології людини (медичної географії) у межах Буковинсько-Північномолдавського регіону. Впродовж багатьох років ним досліджувались проблеми техногенного геохімічного навантаження на природне середовище, особливо урбанізованих територій. У рамках геоекологічного напрямку кафедри фізичної географії та раціонального природокористування Чернівецького національного університету під керівництвом Гуцуляка В.М. сформувалася нова наукова мікрошкола ландшафтно-геохімічної екології. Ним розроблена еколого-геохімічна концепція визначення стану ландшафтного середовища. На її основі він запропонував методіку інтегральної оцінки екологічної ситуації та вперше склав серію ландшафтно-геохімічних та геоекологічних карт території Буковини та півночі Молдови.

56-Арманд Давид Львович (1905-76), російський географ, доктор географічних наук. Книга «Нам і онукам» (1964) – одна з перших в Російській Федерації з проблем охорони природи. Визначні розробки в галузі техніки, видатний внесок у розвиток фізичної географії, ландшафтознавства і природокористування, популяризація географічної і екологічної науки.

57-Чорногора – найвищий гірський масив Українських Карпат, у межах Закарпатської та Івано-Франківської областей. Простягається на 40 км між долинами річок Чорної Тиси, Білої Тиси та Чорного Черемошу.

58-Свидовецький масив – гірський масив, розташований на північному сході Закарпатської області між долинами

річок Тересви і Чорної Тиси.

59-Ясінська улоговина, міжгірське зниження у Сх. Карпатах між хребтами Горгани, Свидівець та Чорногора у верхів'ї р. Чорної Тиси.

60-Мармароський масив знаходиться на північному схилі Рахівських гір – в одному з відрогів Мармароського кристалічного масиву. Основним гірським вузлом є гора Піп Іван Мармароський (1940 м).

61-Чорногірський масив – найвищий гірський масив Українських Карпат, у межах території Закарпатської та Івано-Франківської області. Простягається на 40 км між долинами річок Чорної Тиси, Білої Тиси та Чорного Черемошу.

62-Беручашвілі Микола Леванович (1947-2006), грузинський фізико-географ, ландшафтознавець і картограф. Основні праці з геофізики ландшафтів, теоретичних і методологічних основ комплексних фізико-географічних досліджень.

63-Шелфорд Віктор Ернст (1877-1968), американський зоолог, спеціаліст у галузі екології, головним чином водних організмів. Займався еколого-фізіологічною біогеографією тварин. Увів в біогеографію ландшафтно-біономічне трактування поняття «біом». Крім гідробіологічних досліджень, вивчав взаємодію організмів у наземних співтовариствах, вплив клімату на співтовариства. Перший описав природу Північної Америки з екологічної точки зору.

64-Бяллович Юрій Петрович (1910-2004), український еколог, біогеоценолог, лісівник. Обґрунтував поняття «культурфітоценоз», теорію фітокультурних ландшафтів, започаткував розвиток культурфітоценології. Увів термін «біогоризонти» – функціональні підрозділи шарів у біоценозах.

65-Елтон Чарлз Сазерленд (1900-1991), англійський вчений-еколог. Основоположник екології тварин, біогеоценології і екології популяції. Став одним із учених, що здійснили синтез теорії природного відбору з екологією.

66-Одум Юджин (1913-2002), відомий американський еколог і зоолог, автор класичної праці «Екологія», яка до цього часу є кращою в світі працею з теорії екології. Займався

питаннями кількісної характеристики енергетичних потоків у наземних екосистемах (енергетичні потоки в водних екосистемах досліджував молодший брат Юджина – Г. Одум).

67-Погребняк Петро Степанович (1900-1976), український вчений-лісівник та ґрунтознавець, академік АН. Був одним з ініціаторів створення Українського товариства охорони природи, яке очолював протягом 1950-1962 рр. Наукові інтереси стосувалися екології, геоботаніки, ґрунтознавства, фізичної географії, геоморфології, ландшафтознавства та інших наук. На матеріалах ряду експедицій (1926—28) розробив методику лісової типології, що базувалася на оцінці ґрунтово-кліматичних умов за складом і продуктивністю лісу. Автор лісової геоботаніки і лісових культур.

68-Ізмаїльській Олександр Олексійович (1851-1914), російський учений, агроном. Наукова діяльність присвячена питанням історії розвитку степів, вологості ґрунтів і боротьби із засухою у степах Південної Росії. Велике значення у боротьбі із засухою Ізмаїльській надавав агротехнічним заходам (глибока оранка, обробка поля поперек схилів, знищення бур'янів та ін.), підкреслював значення добрив у боротьбі із засухою. Першим широко провадив стаціонарні дослідження ґрунтового водного режиму у зв'язку з різним культурним станом ґрунтів. У своїх працях, крім питань ґрунтознавства, висвітлював також питання тваринництва та сільськогосподарської ентомології.

69-Ферсман Олександр Євгенович (1883- 1945), російський геохімік і мінералог, один із основоположників геохімії. Особливо важливе прикладне значення мали дослідження Ферсманом Хібінської тундри (1920) і Мончетундри (1930), де за його участі були відкриті родовища апатиту і мідно-нікелевих руд. Велику увагу надавав проблемі кларків і міграції елементів. Розробляв проблему енергетики природних неорганічних процесів і запропонував геоенергетичну теорію, в якій зв'язав послідовність випадання мінералів із величинами енергій кристалічних решіток. Один з перших обґрунтував необхідність застосування геохімічних методів при по-

шуках родовищ корисних копалин. Був найбільшим знавцем коштовних каменів, їм присвячений ряд його наукових і науково-популярних робіт.

70-Перельман Олександр Ілліч (1916-1998), російський фізико-географ. Основні праці з геохімії ландшафтів і геохімії гіпергенних процесів. Автор підручника «Геохімія».

71-Глазовська Марія Альфредівна (1912), географ-грунтознавець. Наукові дослідження в області географії, картографії і генезису ґрунтів, геохімічних методів пошуку корисних копалин; праці з теорії і методики ландшафтно-геохімічних досліджень.

72- Бойсен-Йенсен Петер (1883-1959), датський фізіолог рослин. Роботи щодо вивчення росту і розвитку рослин, продуктів фотосинтезу. Довів (1910) наявність у рослин гормонів росту. Автор першого зведення з фітогормонів (1938).

Додаток А (довідковий)

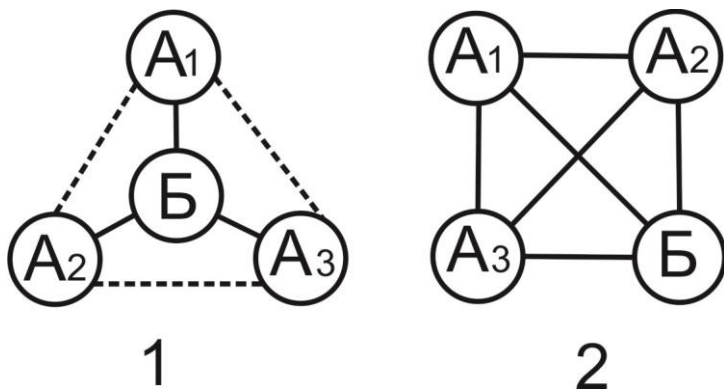


Рисунок А.1 – Найпростіші моделі екосистеми і геосистеми:
 1 – екосистема, 2 – геосистема; A_1 , A_2 , A_3 – абіотичні компоненти,
 Б – біота. Лінії позначають міжкомпонентні зв'язки

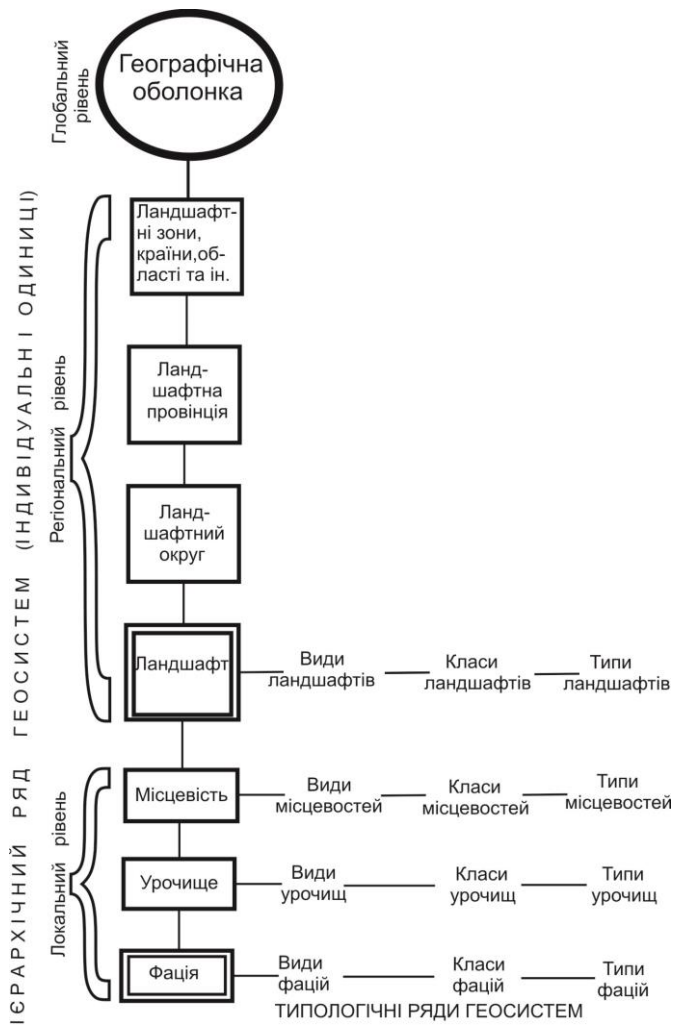


Рисунок.А.2 – Схема ієрархії геосистем

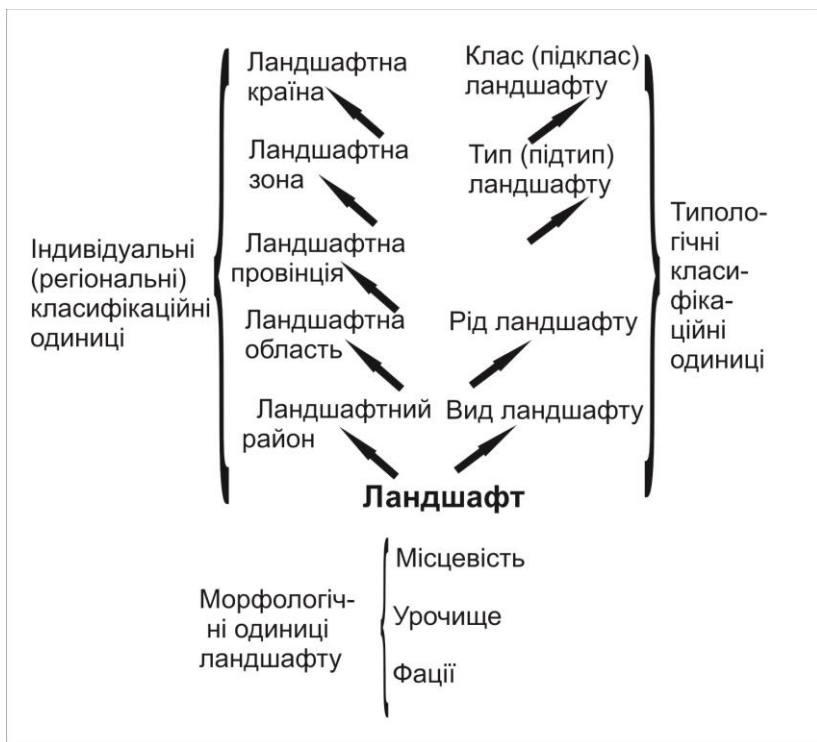


Рисунок А.3 – Схема співвідношення таксономічних одиниць ландшафтної диференціації території (індивідуальних, типологічних, морфологічних)

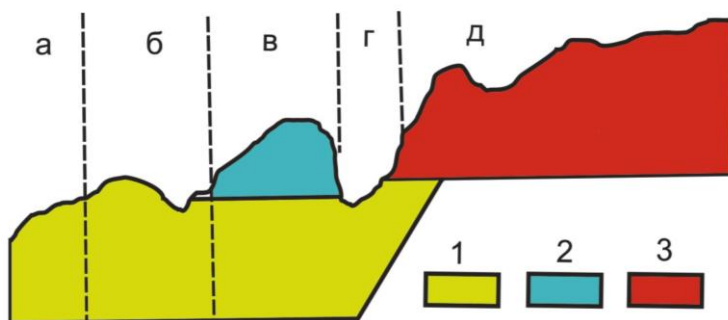


Рисунок А.4 – Схема диференціації ярусів і ландшафтів гірських країн (за А.Г. Ісаченком, 1965). Яруси: 1-низькогірний; 2-середньогірний; 3-високогірний. Ландшафти: а, б, г – низькогірні; в – середньогірні; д, е - високогірні

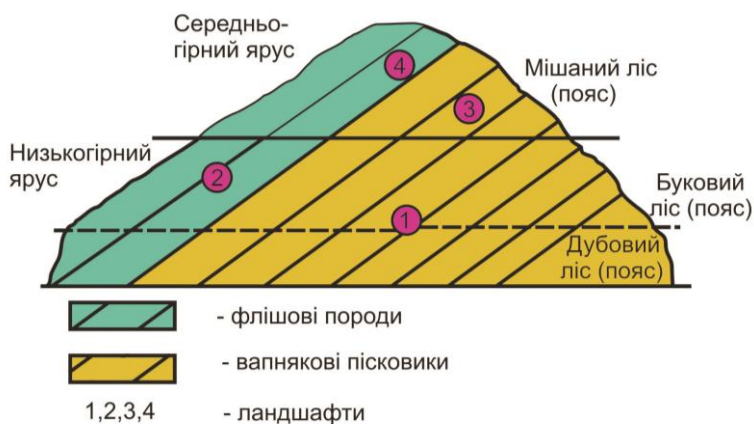


Рисунок А.5 – Схема диференціації середньо- й низькогірних ландшафтів



Межі фізико-географічних: •••-країн, ~-зон, -підзон

Рисунок А.6 – Фізико-географічне районування України.
 I – Східно-Європейська рівнинна ландшафтна країна: 1 – зона мішаних лісів, 2 – зона лісостепу, 3 – зона степу: а – Північностепова підзона, б – Середньостепова підзона, в – Південностепова підзона. II – Карпатська гірська ландшафтна країна; III – Кримська гірська ландшафтна країна



Рисунок А.7 – Фізико-географічне районування Сумської області (за Б.М.Нешатаєвим)

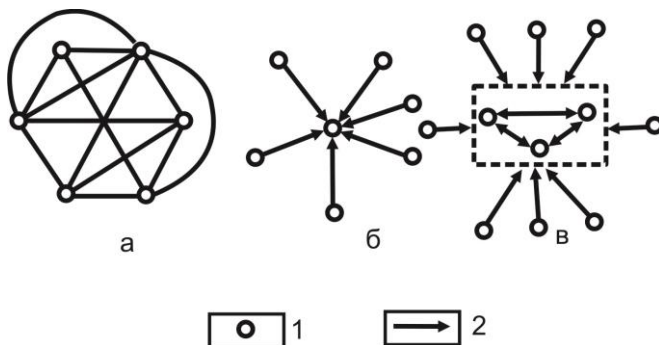


Рисунок А.8 – Принципові моделі гео- та екосистеми (за В.С.Преображенським): а – модель геосистеми; б – модель екосистеми (аутоекологічний підхід); в – модель екосистеми (синекологічний підхід); 1 – геокомпоненти; 2 – зв'язки між ними

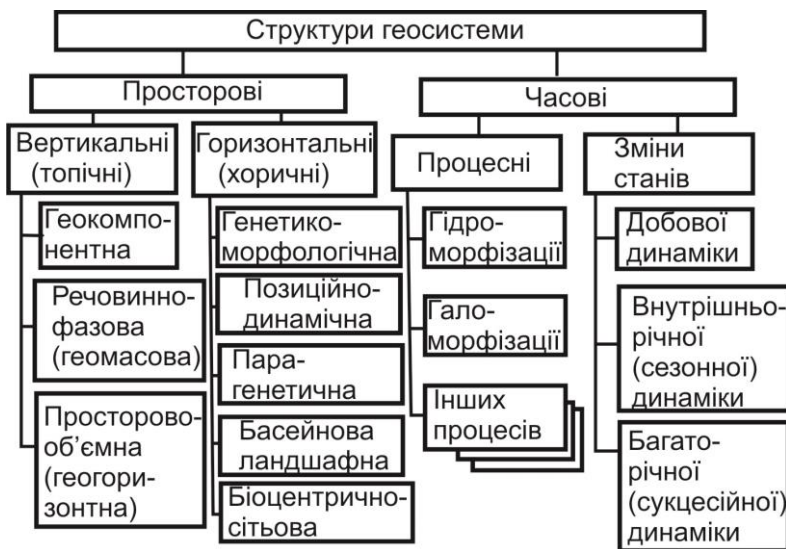


Рисунок А. 9 – Основні типи структур геосистем

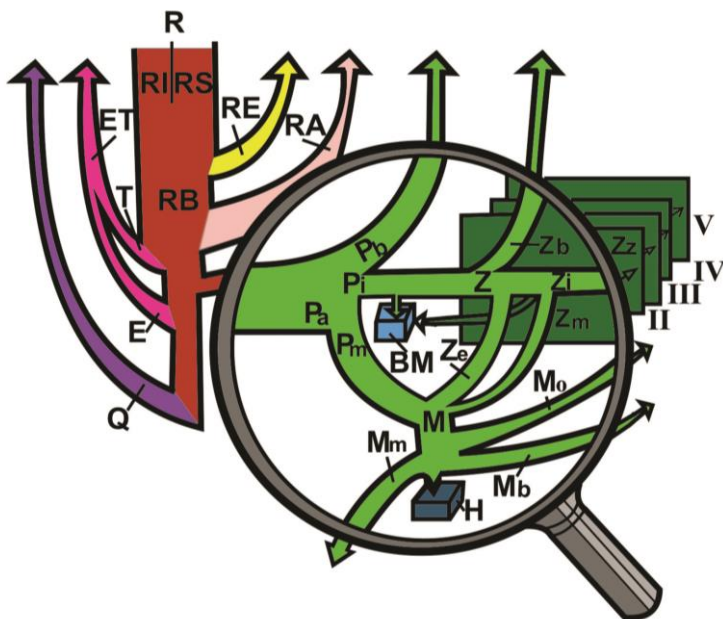


Рисунок А. 10 – Схема потоку енергії в геосистемі.

Сонячна радіація: R-сумарна, RI-пряма, RS-розсіяна, RA- відбита; RE-ефективне випромінення; RB-радіаційний баланс; T-витрати тепла на транспірацію; E-те саме на фізичне випаровування; Q-турбулентна віддача тепла атмосфері; Р-енергія на фотосинтез; P_b -енергія дихання рослин; P_a -чиста первинна продукція; P_m -втрата енергії з опадом; P_i -енергія у фітомасі; B_M -енергія, накопичена в прирості біомаси; Z-енергія, що надходить до трав'яїдних тварин (консументів I-го трофічного рівня); Z_b -енергія дихання тварин; Z_i -енергія синтезу нової зоомаси; Z_m -енергія, що втрачається із загибеллю тварин; Z_z -енергія, що переходить до наступного трофічного рівня; M-енергія мортмаси; M_b -енергія на дихання сапротрофів; M_c -енергія окиснення мортмаси; M_m — енергія мінералізації мортмаси; H — енергія, накопичена в гумусі

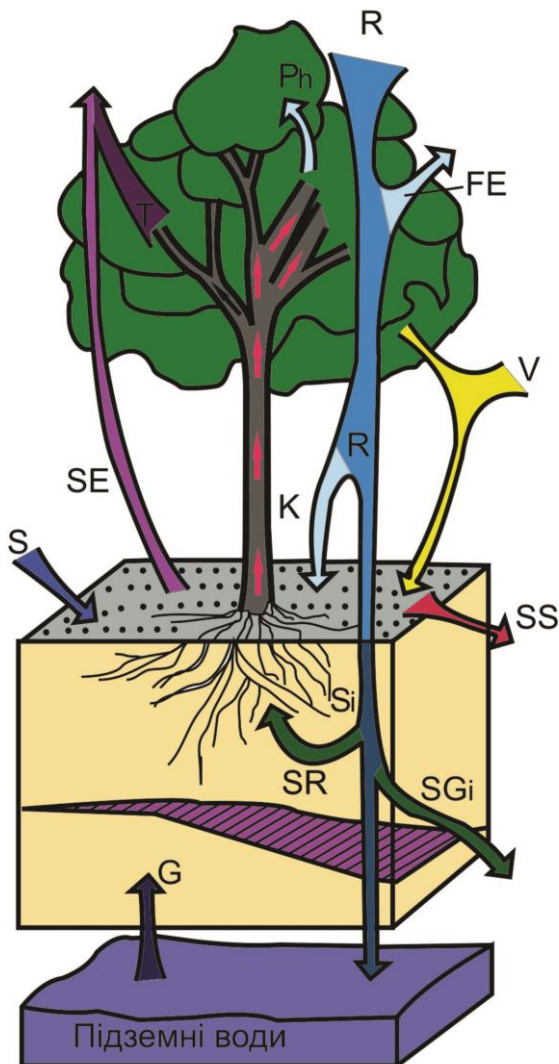


Рисунок А.11 – Схема потоків води в геосистемі: R – атмосферні опади; V – конденсація водяної пари; S,SS – води поверхневого стоку; T – транспірація; SE – фізичне випаровування з поверхні

Рисунок А.11, аркуш 2

грунту; FE – випаровування з поверхні фітогеогоризонтів (інтерцепційна втрата); S_i – низхідний потік вологи в ґрунті; SR – всмоктування вологи корінням; K – транспорт вологи до транспіруючих поверхонь рослин; P_h – втрати вологи на фотосинтез; SG_i – відтік ґрунтових вод за межі геосистеми; G – поповнення ґрунтових вод геосистеми підземними

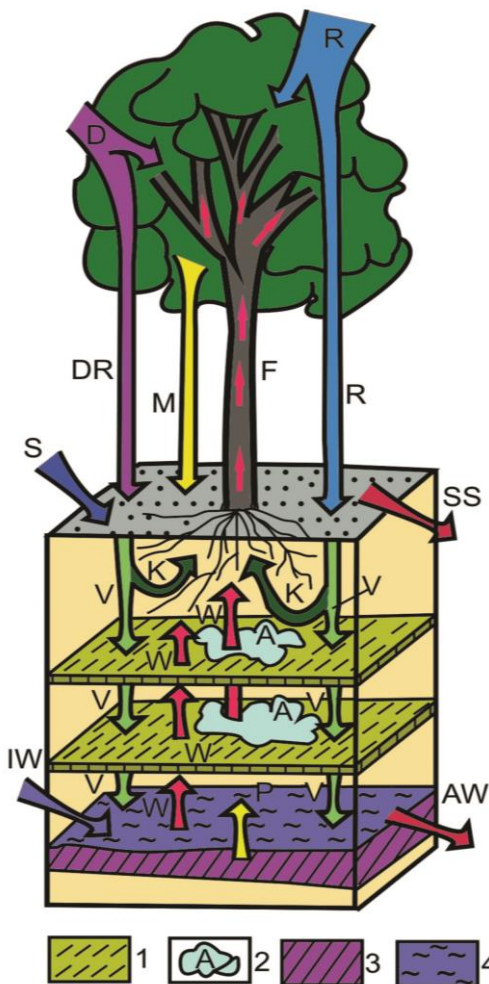


Рисунок А.12 – Схема потоків мінеральних речовин у геосистемі (за М.Д.Гродзинським, 1993): 1 – ландшафтно-геохімічні бар'єри;

Рисунок А.12, аркуш 2

2 – мінеральні речовини, що нагромаджуються на бар'єрі; 3 – осадові галогенні породи; 4 – водоносний горизонт з мінералізованими породами. R – надходження речовин з атмосферними опадами; D – надходження речовин з пилом; DR – вимивання дощами речовин, затриманих листяною поверхнею; P – розчинення солей осадових галогенних порід; S – надходження речовин з поверхневим стоком; IW – надходження речовин з боковим притоком ґрунтових вод; AW – винесення речовин з боковим притоком ґрунтових вод; M – мінеральні речовини опаду; V – низхідний потік речовин з водним розчином; K – поглинання речовин коренями рослин; F – транспортування речовин рослиною; A – нагромадження речовин на ландшафтно-геохімічних бар'єрах; W – висхідний потік речовин з водним розчином; SS – внесення речовин поверхневим стоком

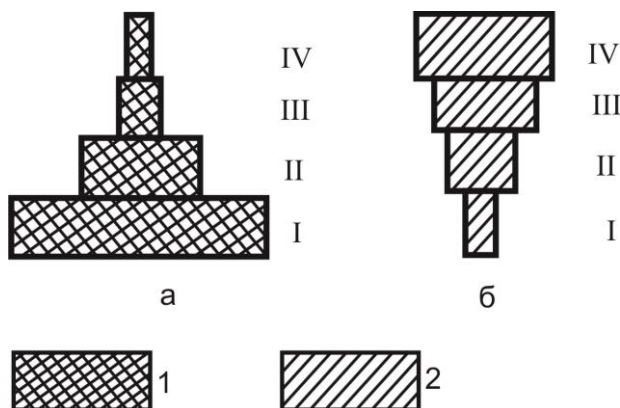


Рисунок А.13 – Піраміда біомас (а) та концентрації забруднень (б) на трофічних рівнях геосистеми (за В. Вудвелом, 1967): I-IV – трофічні рівні; 1 – біомаса; 2 – логарифм концентрації забруднень



Рисунок А. 14 – Система людина-довкілля в індустріальній фазі



Рисунок А.15 – Місце антропогенних ландшафтів у ландшафтній сфері Землі (за Мільковим)

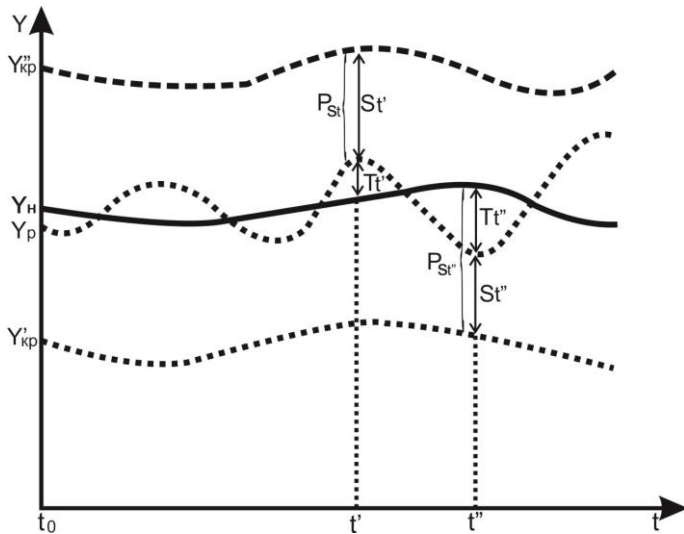


Рисунок А.16 – Графічне визначення стійкості геосистем до чинника антропогенно-техногенного тиску (за Шищенком, Гродзинським): t – час розвитку геосистеми; $Y'_{кр}$, $Y''_{кр}$ – критичні значення дослідженого параметра Y у часі; Y_n , Y_p – нормальне та реальне значення

Рисунок А.16, аркуш 2

ня параметра Y у часі; S_t , $S_{t''}$ – потенційна саморегуляція геосистеми на моменти часу t' і t'' ; $P_{St'}$ та $P_{St''}$ – стійкість геосистеми до фактора антропогенно-техногенного тиску на моменти часу t' і t'' ; T_t і $T_{t''}$ – енергія потенціалу саморегуляції P_s , що витрачається на моменти часу t' і t'' на стабілізацію геосистеми.

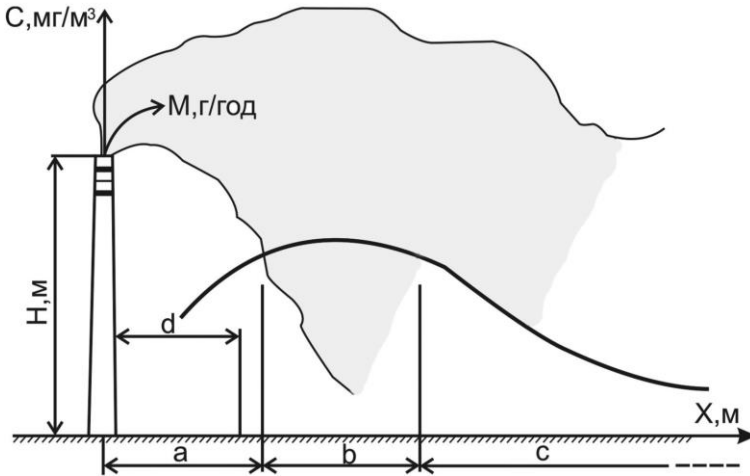


Рисунок А.17 – Розподіл концентрації забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери під факелом точкового джерела: H – висота; C – приземна концентрація; M – кількість речовини, що викидається за одиницю часу; X – відстань від джерела викиду; a – зона перекидання факела; b – зона задимлення; c – зона поступового зниження рівня забруднення; d – зона забруднення неорганізованими викидами

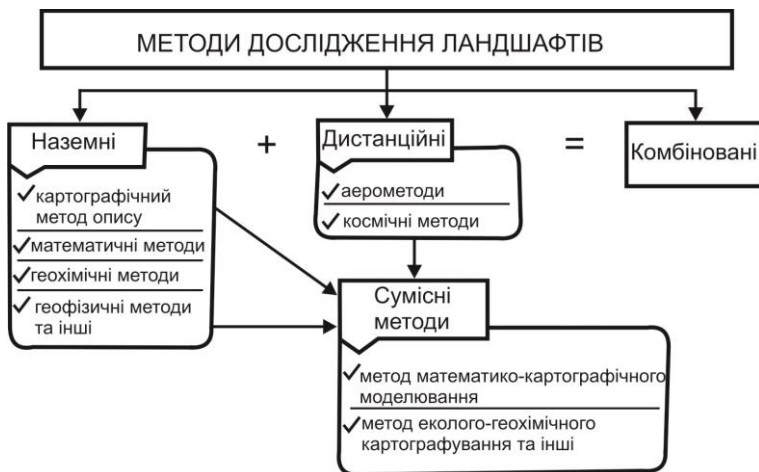


Рисунок А.18 – Типізація сучасних методів дослідження ландшафтів

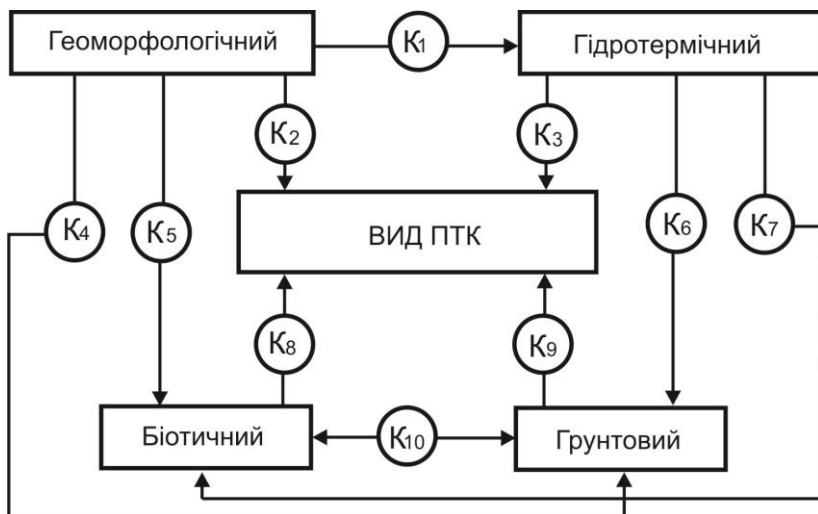


Рисунок А.19 – Інформаційна модель взаємодії окремих блоків фації з видами ПТК і внутрішньоблокові зв'язки. Стрілками показано напрямки зв'язку, K_i – міра зв'язку

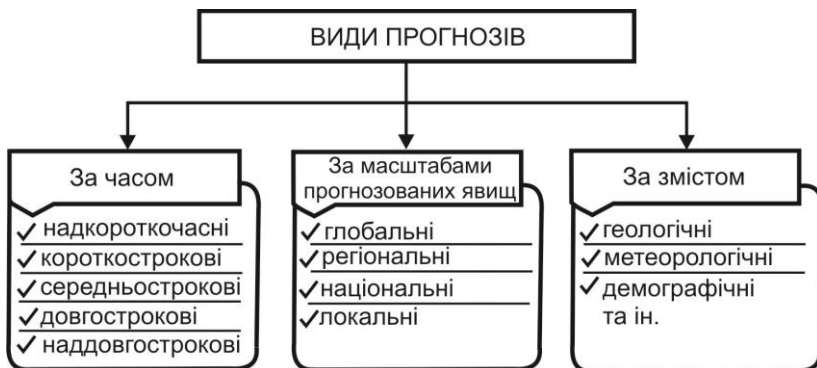


Рисунок А.20 – Види прогнозів



Рисунок А.21 – Методи прогнозування



Рисунок А.22 – Види моделей

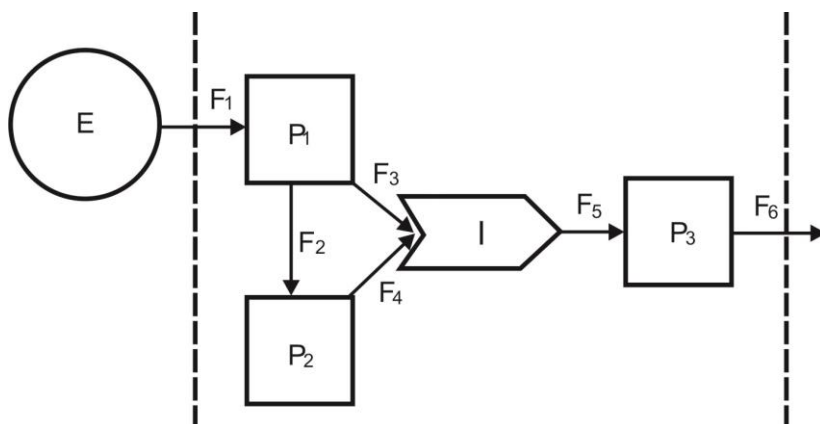


Рисунок А.23 – Блок-схема, на якій зображено чотири основні компоненти, які враховують у моделюванні екологічних систем (Одум, 1986): **E** – рухома сила; **P** – властивості; **F** – потоки; **I** – взаємодія

Додаток Б (довідковий)

Таблиця Б.1 – Типологічна класифікація ландшафтів

Таксони	Головні ознаки	Приклади
1	2	3
Відділ	Тип контакту і взаємодія геосфер у структурі ландшафтної оболонки	Відділи: наземних ландшафтів, водних ландшафтів
Система	Поясно-зональні відмінності водно-теплогового балансу	Системи: арктичних, субарктичних, бореальних, суббореальних, семіаридних ландшафтів та ін.
Підсистеми	Секторні кліматичні відмінності, континентальність клімату	Підсистеми суббореальних, семіаридних ландшафтів; помірно-континентальних; континентальних, різко континентальних ландшафтів
Клас	Однакові морфоструктурні ознаки або один тип природної зональності - горизонтальної чи вертикальної	Класи: рівнинних ландшафтів; гірських ландшафтів.
Підклас	Ярусна диференціація ПТК на рівнинах і в горах	Підкласи рівнинних ландшафтів: 1) низовинний, 2) височинний. Підкласи гірських ландшафтів: 1) передгірні, 2) низькогірні, 3) середньогірні, 4) міжгірно-улоговинні (котловин) та ін.

Продовження таблиці Б.1

1	2	3
Група	Тип водного геохімічного режиму, який визначається співвідношенням атмосферного, ґрунтового і напічного зволоження; ступенем дренаваності	Групи рівнинних ландшафтів: елювіальних, напівгідроморфних і гідроморфних ландшафтів(у класифікації ландшафтів України таксономічна одиниця «група» відсутня)
Тип	Ґрунтово-біокліматичні ознаки на рівні типів ґрунтів і класів рослинних формацій (зональні для елювіальної групи ландшафтів). Певне співвідношення тепла і вологи.	Типи рівнинних ландшафтів: тундровий, тайговий, мішано-лісовий, лісостеповий, степовий та ін. (як тип виділяють також болотні і лучні ландшафти; ці типи також мають відбиток зональних умов)
Підтип	Ґрунтово-біокліматичні переходи в межах зони (на рівні підтипів ґрунтів і підкласів рослинних формацій)	Підтипи ландшафтів лісостепових рівнин: лучно-лісовий (північний лісостеп), лісолучно-степовий (середній лісостеп),лучно-лісостеповий (південний лісостеп).Підтипи гірсько-лісового типу ландшафтів: 1) лучно-лісові (передгір'я Карпат);2)лісостепові посушливі(Крим);3) широколистяно-лісові; 4) мішано-лісові та ін.

Продовження таблиці Б.1

1	2	3
Рід	Генетичні типи рельєфу	Давньоалювіальні (терасові): моренно-зандрові ландшафти та ін.
Підрід	Генетичні типи рельєфу й літологія поверхневих гірських порід	Підроди лісостепових давньо-алювіальних ландшафтів: піщані, галечникові, суглинисті тощо
Вид	Подібність переважаючих у ландшафті місцевостей і урочищ (типи морфологічної структури)	Види лісостепових рівнинних ландшафтів: 1) алювіальна суглинниста і глиниста рівнина, з чорноземами опідзоленими, під різнотравно-злаковою рослинністю; 2) денудаційно-аккумулятивне плато з покривом лесоподібних порід, широколистяним лісом на сірих опідзолених ґрунтах

Таблиця Б.2 – Співвідношення регіональних (індивідуаль-

ні) і типологічних одиниць ландшафтного поділу території

Таксономічні одиниці районування	Головні критерії поділу	Відповідний ранг типологічної одиниці
Ландшафтна (або фізико- географічна) країна	Належність до великих тектонічних структур (геоструктур 2-го порядку) і морфоструктур. Певна система типів ландшафтів	Клас ландшафту
Ландшафтна зона	Співвідношення тепла і вологи	Тип ландшафту
Ландшафтна підзона	Зміна співвідношення тепла і вологи у межах зони	Підтип ландшафту
Ландшафтна провінція	Ступінь континентальності клімату у зв'язку з віддаленістю від океанів	
Ландшафтна область	Відмінність геологічної і геоморфологічної будови	Роди ландшафту
Ландшафтний район	Місцеві відмінності в рельєфі, поверхневих відкладах (генезис, літологічний склад), ґрунтах. Характер просторової горизонтальної ландшафтної структури	Види ландшафту

Таблиця Б.3 – Фізико-географічне районування України

Країна	Зона	Під-зона	Провінція	Область
1	2	3	4	5
Східноєвропейська рівнина	Мішаних лісів		Поліська	Волинське Полісся, Житомирське Полісся, Київське Полісся, Чернігівське Полісся, Новгород-Сіверське Полісся
	Лісостепу		Західноукраїнська лісостепова	Волинська височинна, Мале Полісся, Ростоцько-Опільська горбогірна, Західно- та Середньоподільська височинна, Прут-Дністровська височинна
			Дністровсько-Дніпровська лісостепова	Північнодніпровська, Київська підвищена, Придніпровськосхідноподільська, Середньобузька, Центральнопридніпровська, Південноподільська височина, Південнопридніпровська височинна
			Лівобережно-Дніпровська	Північно- та Південнодніпровська, Північно- та Східнополтавська
			Середньоросійська	Сумська схилово-височинна, Харківська схилово-височинна

Продовження таблиці Б.3

1	2	3	4	5
Східноєвропейська рівнина	С т е п у	Північностепова	Дніст- ровсько- Дніпров- ська пів- нічносте- пова	Південномолдавська, Південноподільська, Південнопридніпров- ська
			Лівобе- режно- Дніпров- сько- Приазов- ська	Орельсько-Самарська низовинна, Кінсько- Клинська низовинна, Приазовська височин- на, Приазовська низо- винна
			Донецька	Західнодонецька схи- лово-височинна, До- нецька височинна
			Донець- ко- Донська	Старобільська схило- во-височинна
		Середньостепова	Причор- номорсь- ка серед- ньосте- пова	Задністровсько- Причорноморська ни- зовинна, Дністровсько- Бузька низовинна, Бу- зько-Дніпровська ни- зовинна, Дніпровсько- Молчанська низовин- на, Західно- Приазовська схилово- височинна
		Пів- ден- нос- тепо- ва	Причор- номорсь- ко- Приазов-	Нижньобузько- Дніпровська низовин- на, Нижньодніпровсь- ка терасово-дельтова

Продовження таблиці Б.3

1	2	3	4	5
Східноєвропейська рівнина	С т е п у	Південностепова	ська су- хостепова	низовинна, Нижньод- ніпровська терасово- дельтова низовинна, Присивасько- Приазовська низовин- на
			Кримська степова	Присивасько- Кримська низовинна, Тарханкутська низо- винна, Центральнок- римська височинна, Керченська горбисто- пасмова
Карпатська гірська			Україн- ські Кар- пати	Передкарпатська висо- чинна, Зовнішньокар- патська, Вододільно- Верховинська, Поло- нино-Чорногорська, Рахівсько-Чивчинська, Вулканічно- Карпатська, Закарпат- ська низовинна лісо- лучна
Кримська гірська			Кримські гори	Кримська передгірна лісостепова, Головне гірсько-лучно-лісове пасмо, Кримська пів- деннобережна субсе- редземноморська

Таблиця Б.4 – Надходження розчинених мінераль-

них речовин з атмосферними опадами, т/км² за рік

Регіони	Ca	Mg	Na+K	HCO ₃	SO ₄	Cl	Усього
Полісся	0,8	0,9	1,4	2,7	6,1	1,2	13,1
Лісостеп	1,1	0,8	1,2	2,9	6,1	1,1	13,2
Степ	0,9	0,6	0,9	1,6	4,3	1,2	9,5
При-карпаття	1,5	1,5	1,8	2,9	9,7	1,6	19,0
Карпати	2,4	2,2	2,8	4,7	15,0	2,8	29,9
Закарпаття	1,7	1,6	1,9	8,3	10,6	1,9	21,1
Гірський Крим	1,5	1,1	1,3	4,1	4,2	1,6	13,8
Україна в цілому	0,9	0,8	1,1	2,4	5,6	1,3	12,1

Таблиця Б.5 – Ландшафтно-геохімічні бар'єри та накопичення елементів (в чисельнику – дуже токсичні, у знаменнику – менш токсичні), (за М. А. Глазовською, 1988; О. І. Перельманом, 1989)

Тип бар'єра	Елементи, що накопичуються на бар'єрі
1	2
Кислий в окиснювальному середовищі	Pb, As, Se / Mn, Mo, Ni, V
Кислий у відновлювальному середовищі	As, Se, Pb, Cd, Hg/Mo, V, Ni, Cu, Zn, Co
Лужний в окиснювальному середовищі	Pb, Cd, Hg, Sr/Mn, Mg, Zn, Cu, Mo
Лужний у відновлювальному середовищі	Pb, Sr, As / Zn, Cu, Ni, Co

Продовження таблиці Б.5

1	2
---	---

Глейовий	Se, As / U, V, Ni, Cu
Сорбційний	As, Cs, Sr / P, S, Mo, V, Cu
Механічний	Cd, Sr, Pb, Cs, Hg/Cu, Ni, Zn
Випаровувальний	Se, As, Cs/Na, Cl, Zn, Mg

Таблиця Б. 6 – Залучення елементів до біологічного круговороту, кг/га за рік (за Т. І.Євдокимовою, Т. Л. Бистрицькою, 1976)

Геосистеми	N	P	K	Ca	Mg	S
Тундрові та лісотундрові	21,7	2,8	8,4	8,6	3,0	1,4
Тайгові	87,3	8,0	22,6	38,0	6,0	6,0
Лісостепові, природний степ	130	14,0	93,0	108,0	21,6	11,2
Лісостепові, рілля	117	16,1	104,0	51,7	18,4	9,2
Степові, природний степ	208	–	27,0	127,0	36,0	15,0
Степові, рілля	80	14,0	30,0	30,0	6,0	4,0

Таблиця Б.7 – Середня продуктивність геосистем (за Р. Уїттекером, 1980)

Тип геосис- тем	Чиста пер- винна про- дук- ція, т/км ² за рік	Біо- маса, т/км ²	Маса підс- тил- ки, т/км ²	Спожи- вання твари- нами, т/км ² за рік	Про- дук- ція твари- рин, т/км ² за рік	Біо- маса твари- рин, т/км ²
Тундрові	140	600	1000	33	0,38	0,44
Бореально- лісові	800	2000 0	4000	380	3,20	4,75
Широколис- то-лісові	1200	3000 0	2000	420	6,0	15,70
Степові	600	1600	400	540	8,9	6,70
Пустельні та напівпус- тельні	90	700	20	48	0,40	0,45
Тропічних дощових лісів	2200	4500 0	200	2600	15,0	20,0
Болотяні	2000	1500 0	2500	320	16,0	10,0
Агрогеосис- теми	550	1000	100	90	0,65	0,40
Усі конти- ненти	773	2300	750	7810	6,10	6,75

Таблиця Б.8 – Середня швидкість формування гу-
мусного горизонту ґрунтів, т/га (за Ф. М. Лісецьким, 1990)

Ґрунти	Ступінь змитості ґрунту		
	слабкий	середній	сильний
Дерново-підзолисті	0,3	—	—
Чорноземи типові	0,5	1,4	2,6
Чорноземи звичайні	0,4	1,2	2,0
Чорноземи південні, темнокаштанові	0,4	0,8	1,8
Світлокаштанові, чо- рноземи карбонатні	0,2	0,6	0,8

Таблиця Б.9 – Вплив сільського господарства на ландшафт Південно-Східної Європи

Час	Вплив	Наслідки впливу
1	2	3
5000-4000 до Р.Х.	Перші викорчовування в Греції	Ерозії, засипання річок в Південній Греції. Ерозія ґрунту. Перший період переселення, винищення лісу окультуренням. Заселення після відкриття
Близько 4000	Початок використання плуга в землеробстві	
До 750	Тривале винищування лісу	
Від 750	Грецька колонізація (Далмація)	
З 229	Римська колонізація (узбережжя Іст-рії/Далмації)	Майже без зашкодження, регульоване
Початок н.е.	Інтенсивне освоєння земель у районах впливу римлян	

Продовження табл. Б.9

1	2	3
---	---	---

350 після Р.Х.	Руйнування селянського господарства	господарювання, приплив населення. Ерозія ґрунту через змивання, повені та засипання
Переселення народів	Відкриття оброблюваних площ (Північна Греція)	
580	Поширення слов'ян, заселення височин (Далмація)	Випасання, використання листя для корму, використання кореневищ, сильна деградація, ерозія. Фаза регенерації
До 1200	Селянське землекористування у середньовіччі	
З 1200	Вирубування лісу для кораблебудування	Руйнування більші, ніж раніше. Деградація, що прогресує
XVI ст.	Зростання тваринництва	
XV-XIX ст.	Велике винищення лісу (грецькі визвольні війни, 1822-1830)	
1756	Закон Грімані (заборона випасання овець на лісових площах) майже не виконується (Далмація)	Інтенсивне випасання та пошкодження рослинності, що прогресує. Зменшення густоти поселень. Ерозія схилів: скелясті та кам'яністі ландшафти
До XX ст.	Широке знищення лісів	
XX ст.	Регіональні програми лісонасадження	Насадження

Таблиця Б. 10 – Таксономічні одиниці антропоген-

ного ландшафту (за Мільковим, 1973, 1990, зі змінами)

Класи	Підкласи	Типи
1	2	3
1. Сільськогосподарські	1.1. Польові	
	1.2. Лучно–пасовищні	
	1.3. Садові	
2. Лісогосподарські	2.1. Умовно натуральні	Типи вирізняються згідно з підходами лісової типології
	2.2. Похідні	
	2.3. Лісокультурні	
3. Селітебні	3.1. Міські	Малоповерхові
		Багатоповерхові
		Промислово–селітебні
		Водно–рекреаційні
		Садово–паркові
	3.2. Сільські	
4. Водні	4.1. Водосховища	
	4.2. Ставки	
	4.3. Канали	
5. Промислові (гірничопромислові)		Кар’єрно–відвальні
		Просадочно–териконові
		Торфово–болотні пустища

Продовження таблиці Б.10

1	2	3
---	---	---

6. Лінійно-дорожні		Автомобільних доріг
		Залізниць
		Аеродромів
		Нафто-, газопроводів
		Ліній електропередач
7. Рекреаційні	Ландшафти і ландшафтно-техногенні комплекси навколо санаторіїв, пансіонатів, будинків і баз відпочинку, туристичні бази, кемпінги, великі міські і приміські парки з атракціонами, лісопарки, гідропарки, ландшафтно-архітектурні музеї та ін.	
8.Белігеративні		Сторожові кургани, оборонні вали, вирви і траншеї
9.Тафальні		Кургани, цвинтарі
10.Сакральні		Геосистеми, виконуючі духовну функцію, пов'язану з релігійними запитами людства, що є також об'єктами паломництва

Список літератури

1. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. – М.:Мысль, 1975.

- 288 с.
2. Беручишвили Н.Л. Четыре измерения ландшафта. — М.: Мысль, 1986. — 183 с.
 3. Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез и трансформация ландшафтов. — М.: Наука, 1987.
 4. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. — Львів: Простір, 1998.-356с.
 5. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины /Гл. ред. А. Ф. Трёшников; Ред. кол.: Э. Б. Алаев, П.М. Алампиев, А.Г. Воронов и др. — М: Сов. энциклопедия, 1988. — 432 с.
 6. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР.— М.:Высшая школа, 1988.
 7. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології. — К.: Либідь, 1993. — 224 с.
 8. Гродзинский М.Д., Шищенко П.Г. Ландшафтно-экологический анализ в мелиоративном природопользовании. — К.: Либідь, 1993. — 224 с.
 9. Гуцуляк В. М. Ландшафтознавство: теорія і практика. — Чернівці: Книги – ХХІ, 2008. — 168с.
 10. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія: Геохімічний аспект. — Чернівці: Рута, 2002. — 272с.
 11. Давиденко В.А., Білявський Г.О., Арсенюк С.Ю. Ландшафтна екологія. — К.:Лібра, 2007. — 280с.
 12. Дотева А.В. Ландшафт в зоне воздействия промышленности. - М., 1978. — 96 с.
 13. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. — М.: Высшая школа, 1991. — 366 с.
 14. Исаченко А.Г., Шляпников А.А. Природа мира: Ландшафты. — М.: Мысль, 1989. — 504с.
 15. Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. — Л.: Наука, 1980. — 222с.
 16. Куракова Л.И. Современные ландшафты и хозяй-

- ственная деятельность. — М.: Просвещение, 1988. — 199 с.
17. Маринич А.М., Пашенко В.М., Шищенко П.Г. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование. — К.: Наукова думка, 1985. — 224 с.
 18. Мельник А.В., Міллер Г.П. Ландшафтний моніторинг. — К., 1993. — 152 с.
 19. Миллер Г.П. Ландшафтные исследования горных и предгорных территорий. — Львов: Вища школа, 1974. — 202 с.
 20. Нешатаев Б.Н. Физико – географическое районирование Сумской области. — Сумы, СГПИ им. А.С.Макаренко, 1987.
 21. Охрана ландшафтов: Толковый словарь. — М.: Прогресс, 1982. — 272 с.
 22. Охрана природы. Ландшафты (термины и определения). ГОСТ 17.8.1.01-80. - М.: Госстандарт, 1981. — 150с.
 23. Пашенко В.М. Теоретические проблемы ландшафтоведения. — К.: Наукова думка, 1993. — 280с.
 24. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. - М.: Высшая школа, 1975. — 342 с.
 25. Преображенский В.С, Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. — М.: Наука, 1988. — 192 с.
 26. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. — М.: Мысль, 1990. — 637 с.
 27. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. — М., 1980. - 327 с.
 28. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география. — К.: Вища школа, 1988. — 192с.