

**АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОГРАФІЇ**

На правах рукопису

ЄЛІСЕЄВА Євгенія Володимирівна

УДК 551.4:517.11

**АНАЛІЗ І МОДЕЛЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ
ПРИНЦИПІВ РОЗВИТКУ ЕКЗОГЕННИХ
ФОРМ РЕЛЬЄФУ**

11.00.04 Геоморфологія та еволюційна географія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора географічних наук

Київ - 1993

Дисертацією є рукопис.

АВ 28.164

Робота виконана в Одеському державному університеті ім.І.І.Мечникова.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
ЧЕРВАНЬОВ Ігор Григорович

доктор географічних наук, професор
ОЛІФЕРОВ Август Миколайович

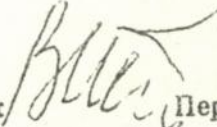
доктор геолого-мінералогічних наук,
професор МОРОЗ Сергій Амвросієвич

Провідна організація: кафедра геоморфології географічного факультету Львівського університету ім.І.Франка, м.Львів

Захист відбудеться "22" жовтня 1993р. о "10" години на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 016.02.02. інституту географії АН України за адресою: 252003, Київ-3, вул.Володимирська, 44.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці інституту географії АН України, Київ, вул.Володимирська, 44.

Автореферат розісланий "22" вересня 1993р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради кандидат географічних наук, старший науковий співробітник  Передерій В.І.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00802392 (0)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Все більш активний вплив людського суспільства на навколишнє середовище створив нові умови їх взаємодіяння, а також необхідність передбачити наслідки антропогенної діяльності, котра по своїх прискорених часових масштабах в переважній більшості випадків перевершує природні процеси. До господарської діяльності активно залучається рельєф. Перетворення внаслідок техногенних впливів охоплюють все більшу площу на поверхні Землі, де проходить змінення існуючого раніш рельєфу, утворення нових його форм. Такі зміни виникають, як внаслідок прямого впливу людини на рельєф, так і, в значній мірі, внаслідок непрямого, коли людина не переслідує мети змінити рельєф, хоча своїми діями породжує природні процеси, які приводять до змін в будові поверхні.

Подальший розвиток системи землеробства, її нових прогресивних напрямків, наприклад, контурне землеробство, підвищення ефективності використання земель, відкрита розробка родовищ корисних копалин та різноманітні види будівництва, гідротехнічного та меліоративного, міського та промислового, нерозривно зв'язані з пізнанням закономірностей сучасних екзогенних змін рельєфу, можливостями та обмеженнями впливу на нього. До того ж, темп геоморфологічних процесів у геотехнологічних системах багаторазово росте.

У таких системах, або за їх межами, людина або змінює обриси рельєфу, утворюючи нові форми, або змінює напрямок геоморфологічних процесів. Тому необхідність прикладання геоморфологічних досліджень до розв'язування різноманітних завдань в межах раціонального природокористування вимагає поглиблення та удосконалення теоретичних основ сучасної екзодинаміки, їх виходу на практичний рівень.

Проблема, цілі та задачі. За теперішнім часом екзогенний морфогенез вивчений недостатньо, не розроблені загальні принципи розвитку екзогенних форм рельєфу, нема кількісних критеріїв розвитку, необхідних для інженерних рішень та управління в процесі природокористування.

Метою роботи виявляється дослідження змістовної природи та кількісної характеристики загальнонаукових понять термодинаміки та однієї з функцій - ентропії, а також поняття організації у прикладанні до наступних геоморфологічних завдань :

а) пошуку та формулюванню загальних принципів розвитку екзогенних форм рельєфу;

б) оцінки стадії розвитку екзогенних форм рельєфу з метою прогнозування їх подальшого розвитку;

в) визначенню кількісного критерію розвитку. Для досягнення вказаної мети в роботі було необхідно:

1. Обґрунтувати перспективність використання відповідно дослідженню динаміки та розвитку екзогенних форм рельєфу одного з понять фундаментальних законів природи - ентропії, а також визначити, яке з існуючих висновків ентропії ближче по суті по даному питанню.

2. Розглянути принципові можливості та види моделювання у геоморфології та відповідності законів термодинаміки та ентропійних моделей, які дозволяють знайти загальне у розвитку різноманітних форм рельєфу, незалежно від факторів їх формуючих.

3. Розробити на основі обробки морфометричних даних діагностичні ознаки, які дозволяють оцінити віддаленість даної території або форм рельєфу від стану стійкої динамічної рівноваги, тобто визначити та обґрунтувати критерії розвитку.

4. Показати на конкретних прикладах різноманітних форм рельєфу можливості та перспективи використання загальнонаукових понять термодинаміки до оцінки стадій розвитку рельєфу.

Методика дослідження. Методологічною основою досліджень прийнято геосистемний підхід, теоретичні уявлення про розвиток, динамічну рівновагу та нерівновагу у неорганічних природних системах.

За основу здобуття кількісних характеристик покладено статистичний характер ент π ії, її зв'язок з організацією біоосної матерії. Статистичний (морфометричний) матеріал, який характеризує різноманітні екзогенні форми рельєфу, одержано з картографічних даних та даних аерофотозйомок. Окремі польові дослідження (ярів, річкових долин, шельфу) використані для геоморфологічної інтерпретації здобутих кількісних характеристик. Складено алгоритм для визначення по морфометричних виборках стадій розвитку рельєфу та окремих його форм через кількість ентропії та відносної організації. Розрахунки зроблено на ЕС ЕОМ.

Наукова новизна роботи. У поданій дисертації проводяться дослідження по розвитку екзогенних форм рельєфу, спираючись на наступні принципи: 1. розвиток рельєфу обумовлюється фізичними, хімічними та біологічними процесами, кожний з яких підкоряється законам термодинаміки, а поступово, цим законам підкоряється й процес розвитку рельєфу цілком. 2. екзогенні процеси необоротні, необоротними являються також розподілення імовірностей морфометричних характеристик рельєфу. Звідси вперше кількісний підхід до розвитку екзогенних форм рельєфу на імовірній мові, сформульований другим початком термодинаміки.

Внаслідок реалізації показаних принципів виконано наступне:

1. Розглянуто місце ентропійного підходу на різноманітних рівнях геоморфологічних досліджень з метою удосконалення геоморфологічної теорії та методології на основі загальнонаукової концепції ентропії.

2. Показано, що розвиток (як перехід від простого до складного) екзогенних форм рельєфу, який не моделюється детермінованими та стохастичними моделями, може бути оцінений крізь термодинамічні функції (ентропію та динаміку організації).

3. Виявлені форми ентропійного процесу у екзогеннім рельєфоутворенні, морфометричні показники, які забезпечують оцінку організації, а також можливість до змінювання відносної організації системи дослідження судити про стадії розвитку екзогенних форм рельєфу, а послідовно про можливості їх подальшої еволюції.

4. Одержано кількісний критерій розвитку, обґрунтований загальнонауковим поняттям організації, динаміка якої крізь час для умов екзогенного рельєфоутворення уявляється як зменшення складності зовнішньої структури рельєфу та ускладнення внутрішньої.

5. Виготовлена регіональна карта фонові інтенсивності розвитку екзогенних процесів на основі відносної організації поверхні рельєфу.

Практична цінність та апробація роботи. Матеріали досліджень можуть бути використані для подальшої розробки тієї частини геоморфологічної теорії, де є небагато кількісних приклади, використання загального підходу, який дає можливість розв'язувати різноманітні по характеру завдання на основі принципів нерівноважної термодинаміки відкритих систем, а також для розвитку її практичного прикладання. Останнє зв'язане з тим, що впровадження електроннообчислювальної техніки та дистанційних методів вивчення рельєфу стимулює необхідність формалізації геоморфологічних даних з метою більш повного використання інформації, яка міститься в них.

В цей час, коли різні види моделювання рельєфу стають невіддільною частиною геоморфологічних досліджень, як теоретичного плану, так і в рішенні практичних завдань, у рекомендованих студентам підручниках з загальної геоморфології, розділу моделювання нема. Положення та методи різних видів моделювання у геоморфології на основі результатів проведених автором робіт використані в учбовому посібнику "Математичне та фізичне моделювання у геоморфології" (С.В.Єлісеєва, 1983). Учбовий посібник видано згідно зведеному плану Мінвузу України та використовується

в цей час як матеріал для лекцій та практичних занять. Матеріали досліджень увійшли також у звіт науково-дослідницької теми "Розробити та впровадити у практику проектування інженерно-геоморфологічний метод прогнозу ерозії ярів та вибору протиерозійних заходів південно-західної частини України" (регістраційний номер N 01817008290), а також до інших робіт кафедри фізичної географії та природокористування Одеського держуніверситету, пов'язані з питанням природокористування у Причорномор'ї.

Окремі розділи роботи докладались на:

- Симпозіумі з інженерно-геоморфологічних умов шельфової зони Чорного моря (Батумі, 1971),
- XII науково-координаційній сесії Секції з вивчення морських берегів та гирл рік (Вільнюс - Калінінград, 1971),
- III Раді з вивчення берегів водосховищ Сибіру (Іркутськ, 1972),
- Всесоюзній конференції з проблеми "Закономірності проявлення ерозійних та руслових процесів" (Москва, 1976),
- III Всесоюзнім симпозіумі з теоретичних питань географії (Одеса, 1977),
- III Симпозіумі "Теоретичні та методологічні основи комплексного вивчення та освоєння шельфів" (Ленінград, 1978),
- Всесоюзній конференції "Теоретичні основи протиерозійних заходів" (Одеса, 1979),
- III Всесоюзній конференції "Закономірності проявлення ерозійних та руслових процесів у різноманітних природних умовах" (Москва, 1980),
- I З'їзді ґрунтознавців та агрохіміків УРСР (Харків, 1982),
- Республіканській (УРСР) конференції "Географічні основи раціонального природокористування" (Київ, 1984),
- На IV Всесоюзній науковій конференції "Закономірності проявлення ерозійних та руслових процесів в різноманітних природних умовах" (Москва, 1987),
- Всесоюзній конференції "Проблеми інженерної географії" (Володимир, 1987),
- На Всесоюзній конференції "Моделювання геосистем з регіонального природокористування" (Одеса, 1988),
- На XIX Пленумі комісії з Геоморфології АН СРСР (Казань, 1988), та ін.

Структура дисертації. У першому розділі розглядається постановка питання, сформульовано поняття організації у прикладенні до морфологічних завдань, а також визначено місце ентропійного підходу до вивчення процесів розвитку рельєфу. У другому поданий аналіз різноманітних поглядів на сучасний розвиток геоморфологічної теорії. Третій розділ висвітлює питання структури процесів розвитку, можливість використання законів термодинаміки в аналізі

розвитку екзогенних форм рельєфу, а також схему послідовності прийомів використання ентропії та організації. У четвертому розділі на основі всебічного аналізу різних методів моделювання у геоморфології розроблена методика ентропійного моделювання. У п'ятому подані ентропійні моделі та кількісні показники, які характеризують організацію форм рельєфу. В шостому поданий аналіз здобутих результатів.

Обсяг роботи 247 друкованих аркушів, з них 12 таблиць, 46 малюнків (схеми, графіки), список літератури 342 найменування.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Постановка питання, поняття та рівні досліджень.

Пошуки загального підходу до зрозуміння розвитку підлеглі у теперешній час різним науковим напрямкам, де стоїть питання про утворення синтезованого уявлення єдиного процесу розвитку, який охоплює неживу природу, життя та суспільство. Тому єдиний світовий процес розвитку уявляється як безперервне ускладнення організації /Н.Н.Моїсєєв, 1987/. Те, що організація не являє собою монополію органічного життя, але підлегла також неорганічній природі, відзначав ще В.Девіс /1899/ та визнавав мірою розвитку рельєфу, ступінь та форму його організації, оперуючи при тому якісними поняттями.

Методологічні аспекти вивчення розвитку складних систем невідривні від теорії розвитку, яка у більшості природних напрямків ще не вийшла за рамки філософських розробок та не виробила критерії розвитку. Таким чином, існує розрив між загальними принципами та конкретним аналізом розвитку фізичних систем, в тому числі й геоморфологічних. В останніх й загальні принципи знаходяться у стадії формування.

Аналіз загальних принципів розвитку неорганічних систем веде до необхідності підкреслити у процесі їх дослідження можливість моделювання розвитку взагалі та геоморфології зокрема. Слід підкреслити, що для процесу розвитку, крім кількісних змін та виникнення нового стану, є обов'язковим перехід від простого до складного, до росту організації, до структуроутворення. У той же час, чим складніше система, тим малоймовірна її структура. Тому процес переходу від більш імовірних станів системи до менш імовірних (у рамках філософських категорій від хаосу до порядку), який відображує процес розвитку як перехід від простого до складного, розглядається у поданій роботі як робоча гіпотеза з метою дослідження розвитку екзогенних форм рельєфу.

Ключем до пізнання імовірних механізмів, керуючих процесами розвитку конкретних об'єктів матеріального світу являє собою використання таких природно-наукових категорій, як ентропія. Ентропія - одна з характеристик стану фізичної системи, яка має статистичний характер, пов'язана з організацією систем. Ентропія, яка виникає як поняття у термодинаміці, не дотикова, не має звичайних фізичних характеристик складна для сприймання, тому однією з задач поданої роботи є аналіз можливості використання цього поняття у геоморфології.

За основу поданої нами схеми використання у геоморфологічних дослідженнях законів термодинаміки та однією з їх функцій ентропії покладено один з висновків нового напрямку у науках нерівноважної термодинаміки, відповідно якому у відкритих системах, до яких відносяться й геоморфологічні системи, ентропія знижується, коли вони наближаються до стану динамічної рівноваги та до максимальних означень прагне не ентропія, а рівень організації. Аналіз існуючих уявлень про динамічну рівновагу у геоморфологічних системах показав, що механізм динамічної рівноваги в них ще не вивчено, а для прикладання фундаментального поняття ентропії важливо виявити конкретні форми проявлення ентропійних процесів.

Таким чином, постановку питання можна представити, як розробку місця загальнонаукового підходу сучасного природознавства, активно використовуючого поняття й висновки нерівноважної термодинаміки (яка описує необоротні процеси) у геоморфологічних задачах, пошук за цими основами загальної ознаки розвитку екзогенних форм рельєфу для використання його в теоретичнім плані та практичних застосуваннях.

Розвиток - є необоротний напрямок (але без обмеження лише як вихідна, прогресивна вітка), закономірна зміна об'єктів будьякої природи, матеріальних та ідеальних. Розвиток включає зміни й регресивного характеру, моменти деградації. Так екзогенні процеси ведуть водночас й до розчленування, й до вирівнювання. У самому загальному вигляді об'єктивним критерієм прогресу (й, відповідно регресу) визнається підвищення (або пониження) рівня організації систем у процесі розвитку.

Одне з численних означень поняття системи являє систему, як організований та необхідний за своїм існуванням та змістом об'єктів, що виявляється, зокрема, у наявності в нього структури. Таким чином, структура - це засіб зв'язку, та у той же час це форма прояви або окремий випадок організації. Тому, за істотою, зміна організації системи є зміна її означених структур через означений період часу.

Поняття "рівень організації" на відміну від поняття "структура" (окремий випадок організації) стає відносним та включає в себе, крім того, що відображається в останнім понятті, ще й уявлення про зміну структур в русі історичного розвитку системи з моменту її виникнення. Нижче ми будемо користуватися саме цим поняттям, як найбільше відповідним завданню оцінки стадії розвитку екзогенних форм рельєфу.

Розвиток - складний інтегральний процес, який включає і прогрес, і регрес, і круговороти. Втім в об'єктах і явищах у процесі розвитку спостерігаються дві тенденції: прагнення до ускладнення організації та водночас спрощення. Ведучою тенденцією розвитку є все ж таки ускладнення. Ускладнюють свою організацію гірські породи, геологічні структури, земна кора.

Системи високого ступіня складності, організованості мають малоімовірну структуру. Звідси процес переходу від більш імовірних станів системи до менш імовірних, які відображують розвиток, як процес переходу від простого до складного, розглянуто нами як математична модель розвитку екзогенних форм рельєфу.

За основу дослідження покладено поданий вище принцип напрямкового зміщення динамічної рівноваги у бік збільшення організації у час взаємодії рельєфу із екзогенними факторами, а також статистичний характер ентропії. Необхідною передумовою для можливості застосування цього поняття, служить наявність розчленованого простору, який розчленовується. Інформація, здобута внаслідок геоморфологічних досліджень з метричною, та питання стає, головне, в тому, які з параметрів тієї чи іншої форми рельєфу найбільш чітко характеризують процес її розвитку.

Виняткова складність багатьох природних систем припускає різні рівні вивчення об'єктів. У методології досліджень розвитку складних систем виділяються чотири взаємопов'язаних рівня: загальний (філософський), загальнонауковий, регіональний, природно-науковий. Концепція ентропії, яка прийнята у поданій роботі стосовно геоморфологічних задач, на нашу думку, потребує аналізу можливих рівней досліджень зворотно від загального до приватних задач. Пов'язано це, перш за все, з тим, що поняття ентропії, яке народилося у фізиці, у цей час осмислюється, в основному, на філософському рівні, а задачею цієї роботи як раз і є доведення цього поняття до практичного рівня геоморфологічних задач.

Філософський рівень. К.К.Марков/1973/ визначав рельєф земної поверхні, як одну з сторін розвитку матеріальної системи "Земля".

Розвиток будь-якої системи включає в себе цілісне, закономірне та мимовільне (тобто обумовлене внутрішніми факторами) змінення її стану. Але система не може притерпіти зміни, які не є її безпосереднім розвитком. Наприклад, зміщення з одного місця'у друге без будь-якого перетворення її структур. Однак, таке переміщення може бути миттю розвитку будь-якої більш загальної системи, у яку подана система входить як складний елемент, наприклад, механічний рух уламків на схилах та розвиток форми схилів. В цілому математичною моделлю розвитку, як переходу від простого до складного, можна розглядати процес переходу від більш імовірних станів до менш імовірних, тобто росту організації. Таким чином, об'єкти досліджень геоморфології стають частиною матерії, повинні характеризуватися усіма властивими їй мірама, в тому числі й ентропією.

Загальнонауковий рівень. Поняття ентропії лягло в основу термодинаміки. Ми можемо зустріти знак ентропії у рівняннях, які описують теплопровідність матеріалів у інших технічних напрямках.

Це поняття можна зустріти також у дослідженнях складних систем економіки, у соціології, лінгвістиці, біології, ґрунтознавстві і т.д. В тім у залежності від об'єктів макросвіту й задач їх вивчення, використовуються наступні види ентропії: фізична (теплова) - міра розсіяння енергії, структурна - міра неупорядкованості будови систем й інформаційна, як міра невизначеності знань про об'єкт.

Конкретно-науковий рівень. За думкою М.В. Піотровського /1974/ схема циклу В.Девіса висвітлює також й проблему визначеного й імовірного у розвитку. Розвиток крупних рис рельєфу істотно визначений, а деталі його імовірні. Співвідношення визначеного і імовірного змінюється за стадіями циклу. Так як нами розглядаються екзогенні форми рельєфу, тому нас цікавлять імовірні деталі у розвитку.

При побудові синтетичних теорій об'єктів у час розвитку треба розраховувати, що техніка аналізу процесів функціонування більш розвинена, ніж техніка процесів розвитку / С.А.Сідов, 1982 /. Для геоморфології це може мати наступне пояснення. Як вірно підкреслює Д.А.Тимофєєв /1981/ нема поки що достатньо точних діагностичних ознак, частково геоморфологічних, для того, щоб установити, досягла чи ні дана територія стадії стійкої динамічної рівноваги. Тим більше треба йти від загальних фундаментальних теорій, фізично обґрунтованих, які безперервно у розвитку. В цьому випадку, коли розглядати можливість моделювання у геоморфології, а необхідність у цьому з часом росте, то треба розраховувати що:

1) детерміновані моделі не дають можливості відбити виникнення нових станів (розвитку),

2) стохастичні моделі (ланцюги Маркова) відворюють деякі риси процесу розвитку, але не відбивають перехід від простого до складного.

У той же час поняття ентропії, що входять у закони існування матерії, не може не прийняти участі у розвитку, і поступово розвиток геоморфологічних об'єктів може бути визначено крізь динаміку організації, мірою якої є ентропія.

Загальнопрактичний рівень. На цьому рівні ставиться мета визначити структурні ознаки, здатні відбивати динаміку рельєфу з точки зору прикладання концепції ентропії. Ентропія рельєфу складається з ентропій різних частин (за рахунок перевищення, за рахунок окислення кори вивітрювання, процесів у ґрунті і т.д.).

Найшвидше зафіксовані, та що немаловажно, найбільш просто виміряні зміни, проходять у висотнім положенні поверхні рельєфу, незалежно від процесу, який визвав зміну. Таким чином, загальною з практичної точки зору, оцінкою рельєфу, визначеної території, може бути відповідь про віддаленість її від рівноваги, а й поступово в очікуваному напрямку процесів.

Конкретно-практичний рівень. Форми рельєфу являють собою результат дії великої кількості факторів, ступінь впливу кожного з яких врахувати у повній мірі не уявляється можливим, а іноді у цьому просто нема необхідності. Тому математичний опис ролі факторів можливо статистичними методами. Одне з властивостей ентропії є те, що вона змінюється в одному напрямку, це означає, що кожній миті часу існування рельєфу відповідає величина, таким чином вона може бути характеристикою стану. Це повинна бути виміряна величина, яка змінюється найбільш швидко й яка визначає можливий порядок розвитку форми рельєфу. У одних випадках це може бути один морфометричний показник, наприклад, довжина яру, у других випадках - нерозмірний параметр, синтезуючий кілька морфометричних показників, такий як той, що у поданій роботі характеризує річкову долину. Показані параметри являють собою вибірки, обробка котрих дає величину ентропії й крізь неї організації конкретної системи, поданої вибірки.

Таким чином від філософського розуміння фундаментальних законів існування матерії до прогнозу активності, наприклад, ярової ерозії на схилах річкових долин плідним й практично перспективним стає використання у геоморфологічних дослідженнях поняття ентропії для здобуття змістовної інформації.

Реалізація ентропійного підходу до задачі оцінки стадії розвитку екзогенних форм рельєфу й пошуків критерію розвитку визначила зміст й послідовність станів даного дослідження.

2. Сучасні уявлення з геоморфологічної теорії.

Впровадження засобів кількісного вивчення явищ та процесів - одне з найважливіших умов подальшого успішного розвитку геоморфології та потребує притягання теорій й методів, розроблених іншими науками, а також переоцінювання того, що було створено в теоретичному плані раніш.

Схема В.Девіса (1902), його географічні (фактично геоморфологічні) цикли, за думкою М.В.Піотровського (1984) - це моделі складних систем, які самоорганізуються. Для даної роботи важлива думка В.Девіса про те, що організація не є монополія органічного життя, але є властивість неорганічної природи, й мірою розвитку рельєфу він рахував ступінь і форму його організації, а також те, що у розвитку нема "заднього ходу", так як нема його у часу, а також, що повне пізнання потребує відкриття загального закону, але його завжди розсіяно у конкретній прояві, й як загальне його можливо відкрити лише як ідеальну модель".

Вчення про морфоструктури й морфоскульптури (І.П.Герасимов, 1982, Ю.А.Мещеряков, 1972), про формації й літодинамічні зливи (Н.А.Флоренсов, 1973), концепція морфочиклів (Ю.Ф.Чемов, 1971), поняття про геоморфологічні комплекси (І.С.Щукін, 1974), геоморфологічні обставини (Д.А.Тимофеев, 1981) - це тільки деякі з напрямків розвитку геоморфологічної теорії. Як вірно підкреслює В.Г.Федоров, (1982) "теорія загальної геоморфології" роздроблена й роздроблюється далі на багато аналітичних напрямків, від чого до теперішнього часу не вирішено загальнотеоретичних питань". І далі, розглядаючи принципи побудови системної загальноморфологічної моделі Землі, приходиться до тези, що введення у баланс дисипативної системи головні величини - енергію, провадження ентропії, критичні швидкості нелінійного процесу і т.ч. не стає можливим у неоглядному майбутньому. Імовірно це так, якщо мати на увазі спробу створення цілісної "загальної взаємної моделі" для глобальних умов.

Але це не означає, що не треба намагатися використовувати ці поняття для дослідження більш приватних питань, таких як дослід стану окремих форм рельєфу чи територій.

Д.А.Тимофеев рахує, що прийшов час поєднати спеціалізовані дослідження в єдинім руслі "синтетичної

геоморфології". Ю.І.Лоскутов й В.Ф.Філатов (1978) рахують неодмінними предметами вивчення геоморфології морфологію, генезис й вік рельєфу, в той же час за Н.А.Флоренсовим (1982) віку нема, є тільки історичність.

Рельєфоутворення можна розглядати як геометрію, статику, кінематику й динаміку (А.С.Девдаріані, 1964). До рельєфу присутньо також три типи руху - функціонування, динаміка, розвиток (І.Г.Черванов, 1978). В останній час з'явилися й такі поняття як "геоморфологічна сфера" (А.С.Криволуцький, 1982), "геоморфологічна система" (О.В.Кашменська, 1980).

А.Н.Ласточкін (1983) підкреслює необхідність закладання нульового циклу всього "понятійно-термінологічного будинку геоморфологічної науки й розглядає також початкові поняття геоморфології як "земна поверхня", "рельєф", та також питання про форми земної поверхні. Нами використовується поняття рельєф аналогічне визначенню А.Н.Ласточкина поняття земної поверхні, тобто як геометричне місце точок, яке відрізняє літосферу від гідросфери та атмосфери.

Основи системного підходу у пізнанні рельєфу Землі було закладено у роботах І.С.Шукіна. Вони проявилися у аналізі морфологічних особливостей Землі з позицій всебічного обліку усіх діючих факторів у їх тісній взаємодії до вивчення рельєфу здобуло у роботах Ю.Г.Симонова (1970, 1972, 1977, 1983), О.А.Борсука (1976, 1982), а також геоморфологів Сибіру та Далекого Сходу (Б.А.Казанський, 1976, О.А.Кашменська, 1982, А.В.Позняков, 1982). У теперешній час у застосуванні системного підходу в геоморфології можна виділити два напрямки:

1. системний аналіз рельєфу, який опирається на дискретні моделі,

2. системний аналіз, який використовує перервні (континуумні) моделі, тобто так зване "поле", що являє собою набір форм, а також, на нашу думку, й різноманітних показників, підлягає абстрактно-математичному аналізу.

У поданій роботі поняття системи відповідає сучасній загальній теорії систем, де система являє собою численні об'єкти, які володіють визначеними ознаками з фіксованими між ними відносинами. В тім роль системоутворюючих факторів можуть виробляти й умови диссипації енергії, й морфометричні, та й інші статистичні показники.

3. Теоретичні аспекти ентропійного аналізу розвитку екзогенних форм рельєфу.

Основи системного підходу у пізнанні рельєфу Землі проявилися в аналізі морфологічних особливостей рельєфу з позицій всіх діючих факторів в їх тісній взаємодії. Питанням стійкості, рівноваги та динаміки геоморфологічних систем присвячені роботи багатьох закордонних авторів (Chorley R.I., Leopold L., Langbein W., Strahler A.N.). В цих роботах основна увага приділяється поглядам на проблему актуалізму, також до двох різних підходів до вивчення розвитку форм рельєфу: динамічному, який розглядає процес як прагнення до рівноваги, та історичному, в якому розвиток рельєфу уявляється як черга необоротних послідовних змін, так що в кожному моменті, стан рельєфу визначається часом, який пройшов з початку його розвитку.

Поняття розвитку відповідно до природних наук виступає у зв'язку з ростом організованості, структуроутворенням, з формуванням усе більш складних функцій. Утворення високоупорядкованих структур несполучно із другим початком термодинаміки, відповідно якому в час розвитку будь-якої макроскопічної системи може мати місце тільки збільшення ентропії. Однак І.Пригожин та П.Гландорф (1973) показали, що існують відкриті системи, у яких ентропія знижується, якщо вони наближаються до стану рухомої рівноваги.

Оскільки ентропія знижується, рухома рівновага виявляється нестійкою, та система прагне досягнути (за рахунок середовища) деякого стану із зменшеною ентропією, тобто із підвищеною підпорядкованістю. Таким чином, тут у протилежність термодинаміці закритих систем, до максимальних значень прагне не ентропія, а рівень організованості.

Засновуючи поведінкою відкритих систем можна виділити три типи процесів розвитку екзогенних форм рельєфу:

1. Морфодинамічні процеси з підвищенням ентропії.
2. Морфодинамічні процеси з пониженням ентропії.
3. Морфодинамічні процеси із постійною ентропією.

1 тип. Під розвитком екзогенних форм рельєфу із підвищенням ентропії треба розуміти процес, який веде до більш високого ступеню диференційованості до зростання неоднорідності. Зниження організації та підвищення диференційованості відповідає підвищенню фізичної, статичної та інформаційної ентропії. Цей тип процесів відповідає поняттю розвитку рельєфу, який сходиться.

2 тип. Це процеси, які ведуть від менш упорядкованого стану форм рельєфу, отже й високої диференційованості, до упорядкування та підвищення ступеню організації. Це процеси

із зниженням ентропії та збільшенням інформації, що відповідно нисхідному розвитку рельєфу, також окремим видам антропогенних форм рельєфу.

3 тип. Важко виділити, деь можливо короткочасно існуючий, тип розвитку рельєфу, проміжний поміж двома першими.

Засновуючись на принципі термодинаміки необоротних процесів, стає можливим виділити наступну робочу схему прикладання поняття ентропії до досліджень геоморфологічних систем:

1. Однією із задач у природних науках, в тому числі у геоморфології, є прогноз.

2. Прогноз припускає знання стану, в. якому на момент дослідження знаходиться рельєф розглянутої території повністю та його окремі форми.

3. Стан рельєфу залежить від того, як далеко знаходиться система, підлегла аналізу, від досягнення системою динамічної рівноваги.

4. Рельєф являє собою відкриту систему, яка обмінюється речовиною та енергією із навколишнім середовищем, та знаходиться з нею у динамічній, рухомій (за І.Пригожиним), текучій (Л.Берталанфі) рівновазі.

5. У зв'язку із розвитком рельєфу, ми маємо діло із структурою яка весь час знаходиться у русі та змінах або, іншими словами, з її можливим станом.

6. Засновуючись на загальних законах існування матерії мірою стану системи стає ентропія: теплова, як міра розсіювання енергії, структурна - міра невідповідності системи, інформаційна - міра невідзначеності знань про систему.

7. Суть ентропії зв'язана із статистичним підходом, у той же час цей підхід вказує на кордони її застосування. Він вичерпує себе там, де опиняється непринятною статистика, де нема системи з великою кількістю більш або менш однорідних елементів. Рельєф характеризується морфометричними даними, які дозволяють використовувати статистичні черги для визначення структурної ентропії.

8. Справжня ентропія рельєфу складається з ентропій різних частин (за рахунок перевищення, за рахунок окислення кори вивітрювання, процесів у ґрунті і т.д.). Визначення такої ентропії діло майбутнього, а у теперешній роботі оцінюється одна з частин - за рахунок перевищення та розподілу.

9. Статистичні дані, подані кривими розподілу морфометричних показників, дозволяють наочно порівнювати стан систем, а кількість ентропії, розрахована за тими ж

чергами, дає можливість оцінювати кількісно відносну організацію екзогенних форм рельєфу.

10. Організація - це структура, яка змінюється у часі, що дозволяє розглядати зміни організації систем відносно якої-небудь крапки відліку у їх розвитку та порівнювати системи між собою.

Таке порівняння може бути основою прогнозу подальшого розвитку форм рельєфу, які аналізуються.

4. Методологічні та методичні основи моделювання розвитку екзогенних форм рельєфу.

В час вивчення геоморфологічних об'єктів та процесів постановка експериментів в чистому вигляді практично виключена через великі інтервали процесів дослідження. Крім того моделі, які дозволяють замінити експерименти на об'єкті особливо необхідні, коли останні небезпачні або неможливі.

Аналіз матеріалів досліджень з геоморфології дозволяє виділити два принципово різних підходи до рішення задачі математичного опису рельєфу. Перший підхід засновано з вивчення рельєфу як явища (не випадкового в даній області) регулярного. В цьому випадку зміст завдання математичного опису рельєфу є відшукування аналітичного рівняння, яке більш менш точно виразило б рельєф даної ділянки. Другий підхід - це застосування імовірних методів дослідження, в яких аналітичні рівняння, які виражають детермінові ознаки рельєфу, замінюються кореляційною функцією, що виражає загальностатистичні імовірні ознаки.

Кожна модель має обмежену область застосування, до геоморфологічних завдань притягуються також інші методи моделювання. Для складних систем якими являються геоморфологічні об'єкти, характерна велика кількість взаємокорелюємих елементів. Дуже різноманітна поведінка елементів у середині системи, а також неоднозначний вплив середовища на складну систему. Різноманіття поведінки систем робить їх неминуче - імовірними, а стійкість принципово статистичною. Більшість геоморфологічних процесів характерні величинами, точну оцінку яких подати заздалегідь не можна - можна говорити тільки про імовірності ознак цих величин, тобто розглядати їх як випадкові.

Численні дослідження поняття ентропії у технічних науках (Г.Н.Алексеев, А.Дж.Вільсон, С.Гроот, І.Пригожин, П.Шамбодаль, П.Еткінс та ін.) показували, що ентропія є функціоналом розподілу імовірностей стану фізичної системи. Це положення відзначило методику поданого у даній роботі моделювання, яке має поділи на два етапи:

1. Побудова та аналіз кривих розподілу морфометричних характеристик.

2. Обчислювання ентропії та відносної організації за тими ж виборками.

1-й етап моделювання. Характер наймовірніших розподілів пов'язаний із властивостями матеріальних систем підлеглих досліді.

Здобуті тим або іншим засобом морфометричні дані екзогенних форм рельєфу відповідають назві дискретних величин. Найпростішою формою подання закону розподілу дискретної величини є ряд розподілу, який являє собою вичерпану імовірну характеристику цієї величини.

Для більшої наочності ряди розподілу морфометричних характеристик аналізуються нами в вигляді графіків, де на осі абсцис розміщуються варіанти, віднесені до інтервалів, а на осі ординат частоти.

Необхідний обсяг вибірки, такої, щоб вона була репрезентативною для генеральної сукупності, в статистиці визначається, звичайно, в залежності від об'єму генеральної сукупності, який є відомим, поданій величині припустимій помилці вибірки та найближчих значень дисперсії й частоти. Такий підхід для перевірки репрезентативності вибірки у випадку морфометричних характеристик практично не може бути виконано, так як обсяг генеральної вибірки як правило невідомий, дуже великий та залежить від поданої задачі.

Тому інтервальні ряди морфометричних характеристик, які ми розглядаємо на конкретних прикладах у наступному розділі, складаються з виборок, число елементів яких рівно $N=100$, тобто проводився так званий серійний відбір із рівновеликими серіями. Достатність такого обсягу статистичної вибірки за даними про розподіл висот рельєфу перевірялася нами графічно, шляхом послідовного збільшення довжини ряду. Включення додаткових членів вибірки, збільшуючи її об'єм, змінює характер розподілу та форму кривої розподілу тим більше, чим коротше довжина вибірки. При довжині ряду у 100 не приводить до істотної зміни закону розподілу. Це дуже присутньо для реальних дослідів, оскільки одержання більш довгих рядів пов'язано із значним збільшенням обсягу робіт, не адекватним до збільшення достовірності здобутих результатів.

Для можливості порівняння кривих розподілу поміж собою незалежно від абсолютних величин, які складають вибірку, що є основою аналізу, величини, використані для побудови графіків, подані як модульні коефіцієнти.

Визначну роль у проведеному нами аналізі грає мода (М) - варіант, який частіше зустрічається у даному варіаційному ряду, тобто який охоплює найбільшу частоту. Як

правило варіаційні ряди, здобуті за даними морфометрії асиметричні, тобто частоти з обох боків від середньої змінюються по-різному. При цьому у формі та асиметрії кривих розподілу морфометричних характеристик відображається специфіка аналізуємих форм рельєфу та віддаленість їх від динамічної рівноваги. Це якісна характеристика.

2-й етап моделювання. Ентропію неможна розглядати у відриві від вивчаємої системи та задач, пов'язаних з її вивченням. Як підкреслює А.Дж.Вільсон (1976), коли з'являється бажання користуватися концепцією ентропії, слід чітко визначити, як можна її відміряти або описати розподіл імовірностей, пов'язаний з якоюсь якістю системи та відроджуючи ентропію цієї системи.

Інформація, яка здобута в результаті дослідження геоморфологічних об'єктів є метричною. Ентропія виділяється особливостями.

По-перше - це безмірна величина, незалежна від вибору масштабів виміру. По-друге особливістю ентропії є аналітична простота її якостей, пов'язаних з аналітичними якостями логарифмічної функції, яка лежить у фундаменті її означення. Властивості функції є такі, що її величина зростає від того як збільшується рівномірність значення. У кордонному випадку, коли імовірності всіх значень порівняні одне за одним, ентропія досягає максимуму. Ентропія може вимірятися у натуральних та двоїчних одиницях, а також у відповідності із фізичною шкалою вимірів. Нами використано натуральні одиниці. Збільшення кількості членів ряду вище 500 змінює значення ентропії незначно (5%), час підготовки вибірки значно зростає, що говорить на користь ряду $N=100$. Коли збільшуються вибірки до $N=1000$, $N=2000$ починає працювати закон великих кількостей, розподіл наближається до нормального, стираються особливості характерні територіям, підлеглим до порівняння. Розрахунки величин ентропії та організації проведені на ЕС ЕОМ за алгоритмом, який відповідає формулі статистичної ентропії

$$(S = - \sum_{i=1}^n P_i \log p_i) \text{ та організації } (R = 1 - \frac{S}{S_{\max}})$$

5. Оцінка стадій розвитку екзогенних форм рельєфу

Рельєф суші. Топографічна поверхня, з якою в першу чергу має діло геоморфологія, у повній мірі вдовольняє поняття випадкового явища. Розвиток рельєфу у часі та просторі є слідством впливу багатьох рельєфообразуючих факторів, відхиляючих його побудову від детермінованої закономірності.

Оскільки це різноманіття має глобальну прояву, тому топографічна поверхня є тим масовим випадковим явищем, дослідження якого доцільно проводити методами математичної статистики. До того ж імовірно-статистичні моделі в інформаційному відношенні багатше, ніж детерміновані, хоча переваги одержуються за рахунок обсягу вихідної інформації про об'єкт досліджень, яка на два три порядки більше.

У роботах О.А.Борсука й Ю.Г.Сімонова (1969), И.П.Шарапова (1967), В.С.Порядіна (1982), О.А.Гліко (1983) використані криві розподілу висот для аналізу вертикального розподілу рельєфу, для районування поверхні вирівнювання, з метою морфоструктурного аналізу. Були здобуті різні типи кривих, а також висновок, що криві висот мають геоморфологічний смисл. Треба підкреслити деякі, з нашої точки зору, методичні недоліки в показаних роботах. Криві розподілу, на жаль, неможна порівнювати не тільки у різних роботах, а в одній і тій же роботі. Це пов'язане з тим, що ряди, використані для їх побудови мають різну довжину, і по-друге, в час побудови кривих використані абсолютні величини та відповідно різні інтервали розподілення частот. Нами ці недоліки враховані та криві розподілення любих морфометричних показників будувались з єдиної методики.

Для побудови кривих розподілу висот були вибрані на території України різні за геоморфологічними та гіпсометричними умовами ділянки (відріг Подільської височини, відріг Кодр, межа Придніпровської височини, Причорноморської низовини, Прикарпаття, Приазов'я). Всього оброблено 87 рядів (по $N=100$). Порівняння кривих розподілу ділянок показало, що форма кривих розподілу висот рельєфу відображає інтенсивність денудаційних процесів, а також віддаленість території від динамічної рівноваги (чим більше відстані між модальною величиною та середньою, тим далі від рівноваги). Для кількісної характеристики за кожним рядом, розрахована величина ентропії та відносної організації. Величини ентропії та організації нанесені на карти, що дозволяє оцінити близькість території до рівноваги.

Рельєф підводного берегового схилу (шельфу). Рельєф шельфу концентрує в собі результат балансу речовини та енергії в складній динамічній системі. Зовнішні впливи приводять до зміни параметрів системи, тому вона в процесі еволюції характеризується більшим числом можливих становищ. Це дозволяє розглядати параметри системи у виді їх можливостей.

Відсутність впливів на рельєф шельфу з боку атмосфери та ендегенних сил привело б систему до стану рівноваги, але параметри гідросфери постійно змінюються і не сприяють цьому. В той же час завдяки процесам седиментації, водне

середовище виявляє в цілому нівелюючий вплив на рельєф шельфу. В аналізі організації рельєфу шельфа нами розглядається 47 ділянок, розташованих у межах шельфу різних акваторій Світового океану та поданих виборками глибин.

Криві розподілу глибин на різних ділянках згруповані за їх формою, всі вони практично мономодальні, що підтверджує генетичну однорідність ділянок дослідження. Згідно розрахункам максимальною організацією володіє рельєф на таких ділянках шельфу як Північне море ($R=0,85$), північно-східне узбережжя Великобританії ($R=0,84$). Коли зважати, що $0 < R < 1$, то одержані величини говорять про дуже високу організацію рельєфу шельфу на показаних ділянках. Така організація є результатом слабкої тектонічної активності з одного боку та активною штормовою та припливною діяльністю з другого. Мінімальна організація здобута для ділянок у затоці Осака ($R=0,64$), Середземному морі ($R=0,66$), Ормузькій затоці ($R=0,66$), розташованих у різних районах Світового океану, але поєднаних присутністю тектонічної активності. На ділянках, розташованих частково в межах шельфу, а частково на материковому схилі (Чорне море) криві розподілу глибин показані модальною частиною, відповідно шельфовій зоні та аномодальній, відповідно материковому схилу. Вибірка глибин для оцінки рельєфу дна глибоководної частини океану за даними геолокатора, дозволила величиною організації оцінити динаміку рельєфу: похований рельєф $R=0,59$, рельєф осадкового чохла $R=0,72$.

Яри та ярові системи. Конкретні завдання використання земель потребують знання масштабу ерозійного процесу, тобто граничних розмірів ерозійних форм. В цей час більшість спроб математичного моделювання ярової ерозії - це шлях від частки до загального, до того ж розташоване ближче до початку шляху. Окремі яри, групи ярів, території - дають кількісний матеріал на побудову емпіричних зв'язків. Одержані за ними моделі, у тому числі багатofакторні кореляційні, дуже локальні, й можуть служити прогностичними лише для територій, де вони здобуті.

Створена у кожному конкретному випадку ерозійним процесом, форма далі організує процес, який змінюється разом із розвитком форми. Це частина процесу яроутворення є детермінованою. Але на розвиток форми, тобто ерозійного процесу, впливають показники різних факторів, які мають випадковий характер. Інформативність факторів яроутворення відзначалась у нас відносно параметра оптимізації, поданого безрозмірним показником

$$\alpha = i_0 \left(\frac{L}{l} - 1 \right), \text{ де } i_0 - \text{уклін басейну, } L - \text{довжина басейну, } l - \text{довжина яру.}$$

Фізичний смисл α в тому, що він характеризує ступінь розвитку яру, його здатність до подальшого росту.

Для оцінки організації ярових систем в нас розглядалися яри схилу у долинах рік північного Причорномор'я, басейнів Дністра та Півд. Бугу, а також на схилах крупних балок. Довжини ярів визначені з крупномасштабних топографічних карт. Всього виділено 76 ділянок, які включають в себе 100 ярів кожна. У підборку включалися всі яри, відображені на карті поданого масштабу. Відміряні довжини ярів хитаються у межах від 25 до 900 м, в тім середня довжина їх у підборках від 52 до 258 м. Побудовані криві розподілу довжин ярів володіють великим різноманіттям форм, аналіз якого дозволив виділити мономодальні, бімодальні та полімодальні розподіли. Не дивлячись на різноманіття форм, загальним для них є позитивна асиметрія, що доказує те, що для всього району, який розглядається, форми ярової ерозії далекі від можливої максимальної величини, за винятком розподілу довжин ярів схилу крупних балок, де мода збігається із середньою величиною. Організація ярових систем коливається в межах $R=0,48$ (р. Сака) до $R=0,77$.

Зміна розподілів довжин схилових ярів у часі, здобуто для 12 підборок ярів, розташованих на схилах р. Інгулець, здобутих з карт 1883 та 1976 років. Майже за столітній період кількісна організація змінилася не дуже значно, хоч і зросла ($R=0,65$ до $R=0,70$), але форми кривих розподілу змінилися повністю. Це ще раз підтвердило можливість оцінки стадії розвитку ярових систем за формою кривих розподілення їх довжин.

Річкові долини. Оцінка окремих елементів системи русло-долина не дає уяви про формування складної системи цілком. Необхідна кількісна характеристика, яка дає уяву про складність ерозійно-аккумулятивної системи, її організації. Використання у цих цілях концепції ентропії потребує чіткої уяви, яким чином можна її відміряти.

Для кількісної оцінки ентропії та організації, а також, розвитку системи, бажано мати безмірний показник змін форми річкової долини, утвореної внаслідок руслового процесу як у просторі, так і в часі. За безрозмірний показник нами прийнято відношення h/V падіння ділянки русла h до середньої ширини долини на цій ділянці. У розрахунки включено групу малих річок північного Причорномор'я (14 рік), басейни яких розташовані в однакових фізично-географічних умовах. Для здобуття морфометричних даних

долини попередньо розподілені на однорідні за геоморфологічними умовами ділянки. Графічний аналіз змін морфометричних величин однорідних ділянок показав, що в усій розглянутих ріках виділені ділянки можна віднести до трьох груп, територіально віднесених до верхової, середньої та нижньої течії. Середньо для цих груп стають величини $\Delta h/V$, значно відрізняються та відповідно рівні 0,350; 0,040; 0,011.

Криві розподілу, побудовані за даними безрозмірного показника, який характеризує долини рік, мають вид біноміальних кривих розподілу, які є асимптотично нормальними. Це не можна сказати про криву розподілу, яка відноситься до верхів'я рік, де розподіл носить невиражений полімодальний характер, що говорить про нестабільність характеристики, тому що більш активно виявляються ерозійні процеси, які формують долину.

Як показано у розрахунках, ентропійна характеристика змінюється від верхів'я до гирла за експоненціальним законом. Саме так змінюється у часі ентропія частини відкритих систем, де іде втрата енергії та деградація. Нами здобуто такий же характер змін у просторі, тобто за довжиною річок на основі ентропійної характеристики виділено ділянки, які знаходяться на різних стадіях ерозійного процесу, від активної форми до стадії, яка наближається до деградації. Останнє становище чітко виділяється на розгляданих річках практично відсутністю русла. В цих умовах необхідно для практики, коли не відродження, то хоча б відживлення системи, виконується шляхом штучного вирівнювання та поглиблення русел, тобто в системі заповнюється частина втраченої системою енергії.

6. Аналіз одержаних результатів.

Загальним законом розвитку наукового пізнання є рух від встановлення якісної визначеності до кількісних закономірностей. Залучені нами, широко використувані іншими науками, поняття ентропії й організації дозволяють подавати кількісну оцінку існуючим якісним уявленням. В цьому, поняття "організація" на відміну від таких понять як однорідність, різноманітність, може відображати форму й процес, тобто у якійсь мірі відповідає на питання, поставлене А.Болигом /1956/ "розкриває чи ні, пізнання процесів закони утворення форм?"

Дуалізм поняття "організація" у прикладанні до геоморфологічних задач полягає в тому, що організація - це структура або фіксоване становище висотних точок рельєфу, або будь-яких інших морфометричних показників на момент досліді й організація - це процес змін у часі кожної з точок

топографічної поверхні або морфометричних показників окремих форм рельєфу.

Результати кількісної оцінки відносної організації (R) рельєфу й окремих його форм, одержані у попередньому розділі, подані нами у табл. 1.3. розрахованих величин, нами відібрано величини, які мають найбільшу амплітуду значень R. Зведення в одній таблиці різних об'єктів дослідження дозволяє порівнювати між собою одержані результати. Порівняння це, природно, правомірно тільки для величин R, одержаних за статистичними вибірками, де виміряна величина подана одним і тим показником, наприклад, висотами топографічної поверхні. Так для поверхні рельєфу, мінімальної відносної організації $R=0,59$ відрізняється поверхня похованого рельєфу дна океану тектонічно обумовленого й мало зміненого екзогенними факторами, максимальної $R=0,95$ - поверхня заплави.

Збільшення відносної організації річкових долин перед гирлом цілком пояснено. Що до збільшення організації довжин схилових ярів у межах зрілої долини, якщо порівнювати з долинами малих рік, то це збільшення можна пояснити двояко: відносно до ярів й до схилу, на якому вони розташовані. Організація довжин схилових ярів, що досяг вододілу наближається до можливого максимуму ($R=1$), а, наступно, до завершення розвитку ярів. Хоч коли в тому визначити величину R для топографічної поверхні схилу, на якому сформувалися яри, тоді організація її за рахунок росту ярів знизиться й вона здобуде новий потенціал для розвитку, й відповідно для збільшення своєї організації.

Далі, коли організація - це структура, а розвиток - зміна структур у часі, то з якою швидкістю змінюється відносна організація поверхні рельєфу або його окремих форм. Для відповіді на це питання необхідні були статистичні вибірки віддалені одне від одного у часі й, природно, чим далі, тим краще. В цьому потрібні поверхні або форми рельєфу визначені не посередніми палеогеографічними методами, а відміряні. Таких вибірок вдалося одержати дві й вони дали цікаві результати. Одна вибірка відноситься до схилових ярів. Були виміряні довжини одних й тих же ярів (13 вибірок по 100 ярів кожна) з інтервалом майже у 100 років.

Відносна організація (R) рельєфу та його форм

Об'єкт досліджу	Місцезо- ложення статисти- чних вбірок	Відм. величина, m	Ентропія вбірки S'	Відносна організа- ція R	
1	2	3	4	5	
Поверхня рельєфу а) суша	відроги Карпат	h	0,47	0,78	
	низовина (Приазов'я)	"	0,22	0,89	
	межріччя	"	0,30	0,85	
	заплава	"	0,11	0,95	
	б) шельф	тектоніч. активний (Средизем- не море)	"	0,67	0,66
		тектоніч. не ак- тивне	"	0,32	0,84
	в) дно океану	похована поверхня	"	0,82	0,59
поверхня осадового чохла		"	0,55	0,72	
Окремі екзогенні форми рельєфу	а) яри	схил долини малої річки	l	1,03	0,48
		схил зрілої долини	"	0,46	0,77
	б) річкові долини	верхів'я	$\frac{\Delta h}{B}$	0,45	0,76
		гірлова частина	"	0,27	0,87

Другий приклад, з нашої точки зору, подає собою особистий інтерес оскільки оперує вже геологічним часом. За даними сейсмоакустичного профілювання Центральної улоговини Індійського океану, проведеного науково-дослідним судном геолого-географічного факультету Одеського університету у 1987 році, визначена відносна організація рельєфу поверхні осадового чохла. Треба підкреслити, що величина організації похованого рельєфу, обумовленого ендогенними процесами, виявилась найменшою серед інших поверхонь, більш розчленованих екзогенними процесами (табл.1). Таким чином, ці два приклади підтвердили можливість використання величини відносної організації (R) для оцінки віддаленості території або форм рельєфу від заключної стадії розвитку.

Наступна можливість використання поняття організації полягає в тому, що рельєф розглядається як генетична основа різних ландшафтних побудов, так як від організації рельєфу залежить різноманітність ландшафтів й відповідно можливості їх раціонального використання. В цьому, чим менш відносна організація рельєфу, тим більше ландшафтна різноманітність. При відносній організації рельєфу, яка наближається до величини $R=1$ ($R=1$ у природних умовах практично не може бути досягнуто), рельєф перестає визначати ландшафтну різноманітність (наприклад, заплава), його починають визначати інші фактори (грунти, рослинність й т.д.).

Активна антропогенна діяльність веде до інтенсифікації процесів денудації (до прискореної ерозії). Остання відбувається на фоні денудації, обумовленої природними факторами. У зв'язку з цим нами картована величина відносної організації поверхні рельєфу на території Причорномор'я УРСР. В основі карти 110 розрахункових точок величини відносної організації, яка змінюється на розглянутій території у межах від $R=0,52$ до $R=0,91$. Остання величина близька до максимально можливої організації й, можливо, є тим реальним кордоном, якого досяг рельєф на заключнім етапі визначеного геоморфологічного циклу. Відповідно треба припустити, що для території з однаковою величиною інтенсивність розвитку екзогенних процесів зразково однакова. У підтвердження цього нами проведено порівняння карти фонові активності розвитку екзогенних процесів, побудованої за даними про величину відносної організації (R) з даними за зливовим зливом з ораних земель. Порівняння показало, що на територіях, розташованих, де значення R знаходяться у інтервалі від 0,9 до 0,8 злив складає 0 - 5 т/га/рік, у інтервалі $R=0,8-0,7$ злив дорівнює 5-15 т/га/рік, при $R=0,7-0,8$ величина зливу 15-20 т/га/рік й там, де $R=0,6$ злив коливається у інтервалі 30-40 т/га/рік.

Й, нарешті, геоморфологічні цикли В.Девіса підпорядковані їм на частини неоднакової протилежності, кожна з яких характеризується амплітудою й різноманітністю рельєфу, а також темпом і сумою змін у початку циклу. Виділяється коротка юність із швидко зростаючою амплітудою рельєфу, зрілість - з найбільшою амплітудою різноманітності рельєфу, перехідний період з відносно швидким, але цілком повільним зменшенням й, нарешті, невизначно довга старість з незначними перепадами рельєфу й надто повільними його змінами.

Проведені нами досліди поняття організації у прикладанні до геоморфологічних задач дозволяють подати кількісну інтерпретацію показаного циклу. А, саме, початковий період циклу, стає кінцем попереднього, характеризується величинами відносно організації рельєфу близькими до одиниці, тобто максимально можливими (у ідеалі $R=1$), в стадії зрілості R близько до нуля, а у старості знову наближається до одиниці. Таким чином весь геоморфологічний цикл укладається в інтервал зміни величини відносно організації від 0 до 1. Коли на схемі ідеального географічного циклу В.Девіса надбавити осі ординат величину відносно організації, то можна оцінити кількісно, що до стадії зрілості ближче всього знаходиться похована поверхня дна океану ($R=0,59$), а ближче всього до стадії старості заплава ($R=0,95$). Крім розглянутого вище, аналіз динаміки організації екзогенних форм рельєфу показав також, що організація у різних об'єктах досліджує має свій "характерний час" організації. В одному випадку це роки, у другому мільони років, і всі разом вони надають рельєфу риси складної системи, критерієм розвитку якої є її відносна організація.

Закінчення та висновки.

Геоморфологія, як і кожна інша наука, в процесі свого формування та розвитку у самостійну дисципліну пройшла три етапи:

1.Збір фактичного матеріалу, 2.розкриття його суті та значення (інтерпретація фактів), 3.виявлення закономірностей та на їх основі прогнозування. Таким чином, на першому етапі пізнаються якісні боки об'єкту чи процесу, на другому - кількісні, а на третьому - обидва з поданих вище - спільно. В цей час геоморфології якісно належать всі три етапи, вони співіснують, доповнюючи один одного. Що торкається другого стану, то тут, на жаль, продовжують переважати якісні та емпіричні залежності, що не дає повної міри розвитку роботи третього етапу - прогнозування.

Якісні уявлення та уможлядні моделі по типу моделі В.Девіса "структура-процес-час" або А.Пенка "форма-процес-структура-швидкість підняття", які підкріпляються у окремих випадках кількісними емпіричними даними, створюють міцний фундамент, який дозволяє формувати власні закони. Щоб ці закони знайшли конкретне практичне застосування вони повинні засновуватись на загальнофізичних законах та придбати кількісну інтерпретацію.

Внаслідок поданої роботи, спрямованої на розв'язання питань, пов'язаних з третім етапом у розвитку геоморфологічних досліджень, розроблено ряд уявлень теоретичного та методичного характеру та здобуті наступні висновки:

1. Розвиток земної поверхні своєю складністю виникаючих процесів та форм поступається лише живим організмам та рослинному світу. Показана складність не дозволяє знаходити прості кількісні рішення, адекватні різнобічності та складності процесів. Тому спрощення, та таким чином, моделювання стає обов'язковою частиною геоморфологічних досліджень.

2. У цей час до розв'язання геоморфологічних завдань приваблює значний арсенал існуючих методів моделювання. Втім деякі моделі (карти) вживаються починаючи з першого етапу та не втрачають свого значення в цей час, деякі, такі як фізичні моделі, дають тільки кількісні результати та мають дуже обмежену сферу застосування, тому що ми не можемо моделювати час. Аналогове моделювання поки що дуже обмежене, хоча, на нашу думку, воно може знайти більш широке застосування. Особливу роль грають математичні моделі оскільки, перш за все, вони повинні забезпечити розвиток третього етапу геоморфологічних знань та працювати на прогноз. Перша позиція тут за кількісністю та різноманітністю вживань їх у геоморфологічних процесах належить детермінованим моделям, які, як правило, доводяться тільки до здобуття загального рішення та в дуже рідких випадках завершуються спробами вийти на розв'язання конкретного завдання.

3. Для того, щоб побудувати модель, яка володіє можливістю прогнозувати, необхідно, перш за все, використовувати загальні закони природи. Пов'язано це з тим, що якими б не були складними шляхи математичної побудови моделі, більш складним виникає змістовний рівень моделі, її верифікація, формування вихідної інформації. У фундаменті будь-якої моделі стоїть вивчення явищ та дослідні факти. Однак, зовсім не байдуже, у якій формі вони подані. Від цього залежить цінність моделі її змога не тільки відтворити явище,

вивчення якого дало вихідний матеріал для її формування, але і передікати нові факти. З цією метою хотілось би позбавитись від чисто евристичного підходу до геоморфологічних завдань та перейти до пошуку поширених закономірностей величезної кількості одиничних явищ. Треба шукати модель, у межах якої можна визначити загальне та істотне.

4. Рельєф у зв'язку з його безперервним розвитком знаходиться у динамічному стані, інакше ми маємо діло із структурою яка весь час рухається та змінюється, а, послідовно, і з можливими змінами її стану. Однак, різні процеси, які розвиваються з одних і тих же початкових умов, підкоряються одним і тим же законам статички. Поступово, імовірнісні закони відображають власний до природи по рядок та стає очевидною необхідність вивчення процесів розвитку рельєфу з певної точки зору. Остання володіє більшою гнучкістю та оперативністю в порівнянні із способом мислення, заснованому на твердому детермінізмі.

5. Аналіз теоретичних уявлень про розвиток, у неорганічних природних системах показав, що основою їх розвитку є динамічна нерівновага, критерії якої, також як і критерії розвитку в наш час, не визначений. В той же час, кожний окремий період розвитку - це період відносно стійкості її структур. Структуру, в свою чергу, можна розглядати як накоплену системою організацію за якийсь період часу. Системи високого ступеню складності, організованості володіють малоімовірною структурою, так як знаходяться у малоімовірному стані. Тому звідси, процес переходу від більш ймовірного стану системи до менш ймовірного, який відображає розвиток, як процес переходу від простого до складного, ґрунтується нами, як математична модель розвитку екзогенних форм рельєфу.

6. Складність та різноманітність геоморфологічних систем під час створення математичних моделей, веде або до бескінечних спрощувань, за якими зникає дійсне обличчя об'єкту та процесу, або до необхідності такої кількості інформації, яку не можна обробити, а головне - зібрати. Очевидно, що загальнонаукові фундаментальні концепції повинні бути прикладені і до геоморфологічних систем. Хоча, ці концепції не дають безпосередньо методів, дозволяючих оцінювати стан систем різноманітної природи. Ентропія - одне з важливіших та фундаментальних понять, висунутих наукою за останнє століття, безумовно властиво геоморфологічним системам взагалі та особливо процесу розвитку, але щоб його використовувати, необхідно виявити конкретні форми проявлення фундаментального закону у розвитку рельєфу, інакше - виміряти та рахувати.

7. На основі загальних законів існування матерії мірою стану є ентропія: теплова, як міра розсіяння енергії, структурна - міра непорядкової будови системи, інформаційна - міра невизначеності знання про систему або процес. Взагалі у геоморфологічних процесах можна виділити всі показані види ентропії. Однак, забезпечити у наш час масовими даними вимірів, найбільш реально структурну ентропію.

8. Суть ентропії в усіх її проявленнях пов'язана із статистичним підходом, в той же час підхід показує також і на межі її застосування. Він вичерпує себе там, де стає непринятною статистика, де нема системи з більшим числом більш-менш подібних елементів. Рельєф характеризується морфометричними даними, які дозволяють застосувати статистичні ряди для визначення структурної ентропії.

9. Повна ентропія рельєфу складається з ентропій різних частин (за рахунок розрізнення, за рахунок окислення кори вивітрювання і т.д.). Визначення такої ентропії діло майбутнього, а у представленій роботі оцінюється одна з частин - за рахунок перевищення та розрізнення рельєфу.

10. Організація (поняття, засноване на законах термодинаміки) - це структура, яка змінюється тільки з часом, що дозволило розглядати зміну організації морфометричних показників відносно якоїсь точки відліку в їх розвитку, і порівнюючи розміри відносно організації вийти на прогнозу оцінку розвитку екзогенних форм рельєфу.

11. У методологічному плані за основу ентропійного моделювання розвитку рельєфу нами покладено принцип спрямованого зміщення динамічної рівноваги в бік ускладнення організації у взаємодії рельєфу з екзогенними факторами. У методичному плані до основи показаного моделювання покладено статистичний характер ентропії, необхідною передумовою до вживання якої служить наявність вільно розрізненого та розрізняемого простору. Такий підхід потребує означених розробок конкретизованих до завдання вивчення який приведе до наступного:

а) Визначена необхідна та достатня для моделювання довжина вибірки морфометричних показників форм рельєфу.

б) Так як ентропія стає функціоналом розподілення імовірностей стану фізичної системи, розроблена схема використання кривих розподілення показників для оцінки стадії розвитку форм рельєфу.

в) Обґрунтоване уявлення та подальша обробка статистичних рядів, як модульних коефіцієнтів, а не як абсолютні величини. Це дозволяє оцінювати ряди відносно їх середніх розмірів, водночас порівнюючи їх поміж собою, та використовувати відстань між модальною та середньою величинами (радіус асиметрії), як показник віддаленості

системи від заключної стадії розвитку, універсальний для різних форм рельєфу.

г) Показано, що форма кривих розподілення відображає інтенсивність денудаційних процесів, а також підтверджено геоморфологічний смисл розподілень.

д) Використано поняття відносної організації, яке стає більш зручним для ентропійного аналізу процесу розвитку рельєфу кількісним показником, так як змінення цієї величини лежить у межах від 0 до 1. Це дає можливість оцінювати змінювання організації морфометричних систем від повної невизначеності до детермінізму. Геоморфологічні процеси та форми рельєфу, які переходять від одного детермінізму до другого, завжди повинні пройти крізь максимум невизначеності (нульову організацію). Наприклад, схил - один детермінізм ($R=1$), обвал - максимум невизначеності ($R=0$), осип - другий детермінізм ($R=1$).

е) Розглядаючи геоморфологічний закон "розрізнення - вирівнювання", який відображає суть циклічності, сформульованої ще В.Девісом, ми розуміємо не якусь одиничну форму рельєфу, а багато форм, які підлягають екзогенному впливу. Таким чином виявляється його статистична суть, а статистична ентропія дозволяє оцінити кількісно стан геоморфологічної системи на подальший час, використовуючи поняття відносної організації. В тім, максимуму розрізнення відповідає мінімум організації, а максимуму вирівнювання максимум організації. Отже, чим більше величина відносної організації, та чим вона ближче до свого краю ($R=1$), тим ближче дослідна геоморфологічна система до межі циклу.

13. Порівнення та аналіз величин відносної організації одержаних з морфометричних даних для території або форм рельєфу, які знаходяться у завідомо різних стадіях розвитку (поверхня суші, шельфу, яри, долини, заплави, дно океану) дозволили прийти до висновку, що розмір відносної організації може стати кількісним критерієм розвитку екзогенних форм рельєфу.

14. Аналіз головних сучасних уявлень про розвиток рельєфу дозволив визначити місце ентропійного підходу у розробці геоморфологічної теорії. На всіх рівнях досліджень: філософському, загальнонауковому, конкретнонауковому, загальнопрактичному, та конкретнопрактичному, використання у рішенні геоморфологічних завдань фундаментального поняття ентропії, стає плідним та практично перспективним.

Основні положення дисертації відображені у наступних надрукованих роботах.

1. К вопросу о математической модели процесса переработки берегов водохранилищ. Материалы межвуз. научн. конф. по вопросам изучения влияния вод-щ на природу и хоз-во окружающих территорий. Калинин, 1970, с.35-38.

2. О статистических моделях при исследовании шельфа. Докл. симп. по инженерно-геологич. условиям шельфовой зоны Черного моря, Батуми, 1971, с.40-46.

3. Исследование закономерностей формирования береговых склонов в волновом лотке Проблемной лаборатории ОГУ. Тез. докл. симпози. по инженерно-геологич. условиям шельфовой зоны Черного моря, Батуми, 1971, с.38-40, (соавторы Л.Б.Розовский, Ю.А.Германов).

4. Экспериментальные исследования морфодинамики верхней части шельфа и влияние подводных разработок на устойчивость береговых склонов. Докл. симп. по инженерно-геологическим условиям шельфовой зоны Черного моря, Батуми, 1971, с.157-167 (соавторы Л.Б.Розовский, Ю.А.Германов).

5. Характер распределения уклонов профиля динамического равновесия песчаной отмели в условиях природы и на лабораторных моделях. Тез. докл. на XII научно-координ. сессии Секции по изучению морских берегов и устьев рек. Вильяус-Калининград, 1971, с.15-16.

6. Стохастическая модель переработки прибрежных отмелей водохранилищ /на примере Днестровского каскада В кн.: Исследование берегов вод-щ. Докл. III совещ. по изучению берегов Сибирских вод-щ, Иркутск, 1972, с.106-109.

7. Лабораторная модель переработки мысов на водохранилищах. В кн.: Исследование берегов вод-щ. Докл. III совещ. по изучению берегов Сибирских вод-щ, Иркутск, 1972, с.102-105 (соавтор Ю.А.Германов).

8. Деякі морфометричні характеристики для верхньої частини шельфу південно-західного району Чорного моря. Сб.Геоморфологія узбережжя дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР, N 6, Київ, 1972, с. 120-125.

9. Анализ статистических показателей морфометрии рельефа шельфовой зоны. Тез. докл. совещ. по методике, технике и результатам морских инж.-геол. и береговых исследований. Одесса, 1973, с.125-127.

10. Динамическое равновесие и процессы рельефообразования на шельфе. В кн.: Проблемы географии и геоморфологии шельфа. Тез. докл. Всесоюзн. совещ. и пленума Геоморфологической комиссии, Владивосток, 1975, с.45-49.

11. К вопросу о факторах, формирующих эрозивную эрозию. В кн.: Закономерности проявления эрозионных п

русловых процессов. Матер. II Всесоюзн. конференции. М.: МГУ, 1976, с.180-182.

12. К определению информативности факторов овражной эрозии. Сб. Физическая география и геоморфология. Киев, КГУ, N 17, 1976, с.85-91.

13. Устойчивость и динамическое равновесие в природных системах Тез. докл. III Всесоюзн. симп. по теоретич. вопросам географии. Киев.: Наукова думка, 1977, с.92-98.

14. Понятие функционирования и организация системы в изучении изменений рельефа шельфа. Тез. докл. конференции "Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов юга Украины. Симферополь, 1977, с.23-25.

15. Организация сложных систем на примере овражной эрозии. Сб. Физическая география и геоморфология. Киев.: Наукова думка, N 20, 1978, с.24-29.

16. Приложение понятий анализа сложных динамических систем к условиям шельфа. Тез. докл. III симп. Теоретич. и методологич. основы комплексного изучения и освоения шельфа. Л., 1978, с.88-89.

17. К вопросу о динамическом равновесии подводного берегового склона. В кн.: Геоморфология и палеогеография. М.: Наука, 1978, с.7-11.

18. Об аналоговом моделировании противозерозионных мероприятий. В кн.: Теоретические основы противозерозионных мероприятий. Одесса, 1979, с.93-94.

19. Статистическая оценка параметра оптимизации и организации овражных систем. В кн.: Теоретические основы противозерозионных мероприятий. Одесса, 1979, с.59-60.

20. Динамическое равновесие в условиях антропогенного воздействия на природную среду. Тез. докл. Всесоюзн. научно-техн. совещ. по динамике берегов вод-щ, их охране и рациональному использованию. Книга 4, Черкассы, 1979, с.37-40.

21. Задачи и уровни мелиоративных исследований. Тез. докл. Всесоюзн. конференции по мелиоративной географии. Харьков, 1979, с.25-27

22. Задачи комплексного моделирования динамики прибрежной зоны водохранилищ. Тез. докл. V совещ. по изучению берегов Сибирских вод-щ., Иркутск, 1980, с.75.

23. Аэрокосмическая информация в изучении эрозионных форм и процессов в степной зоне. Тез. докл. VI Всесоюзн. Съезда ГО СССР, Фрунзе, 1980, с.125-126.

24. Адаптация природной среды водосборных бассейнов малых рек в условиях интенсивного природопользования. Матер. научно-техн. конфер. Проблемы рационального использования водных ресурсов малых рек. Казань, 1981, с.63-64.

25. К оценке эмпирических моделей и вероятностных характеристик оврагообразования. Тез. докл. III Всесоюзн. конфер. "Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях". М.: МГУ, 1981, с.186-188.

26. Комплексные исследования мелиорации и освоение овражных земель. Тез. докл. I делегатского съезда почвоведов и агрохимиков УССР. Харьков, 1982, с.71-72 (соавтор В.В. Белов).

27. Вероятностные характеристики процесса оврагообразования. Сб. Физическая география и геоморфология. Киев, Вища школа, вып.29, 1983, с.55-59.

28. Математическое и физическое моделирование в геоморфологии. Учебное пособие. Одесса, ОГУ, 1983, 88с.

29. Роль моделирования в оценке динамики природной среды в условиях интенсивного природопользования. Тез. докл. респ. научной конференции "Географические основы рационального природопользования". Киев, Наукова думка, 1984, с.42.

30. Количественная оценка нарушений экологического равновесия при антропогенном изменении природных комплексов водоемов. Матер. докл. к VI Всесоюзн. лимнолог. совещ. Вып.1 ФНСССР, Сиб. отд. Иркутск, 1985, с.145.

31. Моделирование в решении задач рационального природопользования. Тез. докл. конфер. "Пути повышения направленности преподавания и проблемы географии. Сб. "Современные проблемы географии", Пермь, 1985, с.93.

32. К вопросу количественной оценки антропогенных нарушений природной среды в условиях разработок минерального сырья. География и природные ресурсы. Новосибирск, Наука, Сиб. отд. N 1, 1986, с.139-144.

33. Ландшафтное районирование шельфа - основа комплексного подхода к освоению ресурсов. Материалы III Всесоюзной научной конференции по географии и картографированию океана. Л. ГО СССР, 1987, с.121-122.

34. К вопросу о моделировании развития рельефа. Тез. докл. Всесоюзн. конференции "Проблемы инженерной географии". М., 1987, с.85-87.

35. Техногенные формы рельефа в пределах г. Одессы. Тез. докл. Всесоюзн. конфер. "Проблемы инженерной географии". М., 1987, с.123-125.

36. Вопросы развития овражной эрозии. Тез. докл. IV Всесоюзн. научной конфер. "Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов". М.: МГУ, 1987, с.114-115.

37. К вопросу развития экзогенных форм рельефа. Сб. "Экзогенные процессы и окружающая среда /количественный анализ взаимодействия/

Тез. докл. XIX Пленума Геоморфологической комиссии АН СССР, Казань, КГУ, 1988, с.56-57.

38. Моделирование развития экзогенных форм рельефа. Сб.: Моделирование геосистем для рационального природопользования. Материалы конференции. Кишинев, Штиинца, 1988, с.20-22.

39. Закономерности развития береговой зоны Причерноморских лиманов. В кн.: Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Л. Наука, 1988, с.55-59. (соавторы Ю. Д. Шуйский, В. М. Воскобойников).

40. Экзогенные процессы Днестровского комплекса. В кн.: Лиманноустьевые комплексы Причерноморья. Л. Наука, с.189-197.

41. Густота річкової сітки. Географічна енциклопедія України, 1 том, Київ, УРС, 1989, с.305.

42. Геоморфологічна класифікація річкової сітки. Географічна енциклопедія України. 1 том, Київ, УРС, 1989, с.256.

43. Методика исследований взаимодействия природы и общества и ее реализация на примере бассейна Днестра. Одесса ЮНЦ АН УССР, 1990, с.247-274 (соавторы Соколов Ю. Н., Пак Е. С., Прокопенко С. С.).

44. Оценка овражного потенциала малых речных водосборов. Одесса, ОГУ, 1993, 8с. Деп. в ГНТБ Украины (соавтор Косаковская И. В.).

45. Ландшафтно-бассейновая основа системы мелиоративного мониторинга (на примере бассейна Днестра). Матер. II Всесоюзн. конфер. по природно-мелиоративному мониторингу. С.-Петербург, 1993, с.117-126 (соавторы Швебе Г. И., Антонова С. А., Ковеза Г. И., Головатюк А. С., Плотницкий С. В.).

46. Информационный анализ факторов природной среды в целях мониторинга. Одесса, ОГУ, 1993, 12с. Деп. в ГНТБ Украины.

20.09.93.

Зам. 1996

Тираж 110

Відділ оперативної поліграфії ОЦНТіЕІ
270001, Одеса, вул. Рішельєвська, 28.

463464

AB 28.164

AB 28.164