



ЧЕРНОВ

Борис Олексійович,
канд. пед. наук, професор,
завідувач кафедри географії,
екології і методики навчання
ДВНЗ «Переяслав-
Хмельницький ДПУ імені Григорія
Сковороди»
(м. Переяслав-Хмельницький)

МЕТОДОЛОГІЧНА ОСНОВА ГЕОГРАФІЇ: МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ В ФІЗИЧНІЙ ГЕОГРАФІЇ (1960-1990)

Проведене узагальнення методів дослідження в фізичній географії від традиційних (класичних) до сучасних геоінформаційних систем і космічних методів, виявлено труднощі, успіхи і перспективи удосконалення системи методів – центрального ядра методології фізичної географії.

Проведено обобщение методов исследования в физической географии от традиционных (классических) до современных геоинформационных систем и космических методов, выявлены трудности, успехи и перспективы усовершенствования системы методов исследования – центрального ядра методологии физической географии.

The generalization of the methods of research in physical geography from the traditional (classical) to modern geographic information systems and space techniques, identified difficulties, successes and prospects of improvement of research methods - the central core methodology of physical geography.

Географічна наука, як і інші науки, визначає об'єкт, предмет, методи, концепції, принципи, закони і закономірності науково-пізнавальної діяльності, які становлять її методологію. Однак «методи є центральним елементом усієї системи методології, ...оскільки є системою правил і прийомів підходу до вивчення явищ, законів і закономірностей природи, суспільства і мислення, а також шлях, спосіб досягнення певних результатів і упізнанні і практиці, прийом теоретичного дослідження або практичних дій, який виходить із знання

закономірностей розвитку об'єктивної дійсності і досліджуваного предмету, явища, процесу» [9, с. 73].

Обґрунтування методів іноді характеризується за класичною схемою (методи спостереження, методи узагальнення на емпіричному і теоретичному рівнях), або за іншими ознаками, наприклад, часткові, загальнонаукові тощо. Але нині «відсутня можливість скласти детальну класифікацію методів з знаходженням місця для кожного конкретного методу, оскільки неможливо перерахувати усі методи без пропусків» [9, с. 80-81].

Окремі аспекти цього питання є в працях М. М. Голубчика, С. П. Євдокимова, Г. Н. Максимова і А. Н. Носонова [9], С. А. Мороза [26], Д. Л. Армада [2], А. Д. Арманда, Ю. К. Єфремова, К. К. Маркова, Дж. Ханвелла і М. Ньюсона [39] і інших. Інтерес являє посібник К. Н. Дьяконова, Н. С. Касімова і В. С. Тікунова «Современные методы исследований» [12], в якому дана характеристика сучасних напрямків застосування загальнонаукових і загально-географічних методів дослідження. Проте автори посібника зосередили увагу на характеристиці, за їх переконанням, найбільш важливих методів: опису, картографічного, математичного, аерокосмічного, географічного і геохімічного, тобто схарактеризовані майже усі класичні методи, оскільки книга розрахована на учителя. У найбільш ґрунтовній праці, присвяченій саме методам фізичної географії, Дж. Ханвелла і М. Ньютона «Методы географический исследований. Физическая география», завершили ґрунтовну характеристику методів початком 70-х рр. ХХ ст. [39]. За цей час галузеві і загальногеографічні методи дослідження дістали прискорення, наслідком якого з'явилась неосяжна кількість нових методів.

Тому й виникла *мета* дослідження – зробити спробу узагальнити найголовніші сучасні методи дослідження в зарубіжній і вітчизняній фізичній географії, а *завданням* – вивчити відповідні джерела географічної інформації і схарактеризувати методи дослідження фізичної географії.

За відсутності вірогідної класифікації та для зручності характеристики методи географічних досліджень поділено на умовно об'єднані групи: *традиційні, математичні, методи моделювання, інші методи*.

Традиційні методи. У середині 70-х рр. ХХ ст. цікаві міркування щодо традиційних методів дослідження в географії наводить Лореллі Дж. (Lorelli James T.). Він відзначає, що серцевиною будь-якої науки є пояснення, його створенню слугує опис, з нього слідує прогноз. Автор підкреслює, що природничі і соціальні науки дають пояснення явищам в різній формі. В географії у відповідності з ідеєю унікальності географічних явищ серед інших поширився генетичний метод пояснення і незначне застосування знайшов метод функціонального пояснення. Наприкінці автор робить несподівано приголомшливий висновок, що практика моделювання географічних явищ, прогнозування їх, побудова на їх основі теорій і обґрунтування законів спростовує концепцію унікальності об'єктів географічних досліджень [57; тут і далі підкреслено і виділено – Б. Ч.]. Потрібно зауважити, що певна частина географів метод географічного опису вважає суб'єктивним і інтуїтивним [66]. У той же час, щоб запобігти цьому, англійські дослідники обґрунтували необхідність застосування у географічному описі дослідницького стилю [43]. Тут же даються й абстрактні міркування і пропозиції: для якісних географічних описів потрібно виробити систему єдиних вимог і критеріїв, тоді методика описів буде наближатися до методики географічних досліджень. Для цього можуть застосовуватись математичні, геофізичні, ландшафтно-геохімічні, палеогеографічні і інші методи, а також морфологічний, причинно-історичний і регіональний аналізи та системний підхід [14]. На жаль, подібних «розумних» публікацій з набором хльостких термінів, висловлювань, побажань, але безадресних і неконкретних, у цей період було багато. Майже таким само є висловлювання й росіянина П. С. Кузнецова, який є прихильником порівняльного методу (або геометоду), за допомогою якого досліджуються найпростіші зв'язки на земній поверхні. На його думку, використання в географії цього методу, який включає в себе чуттєве пізнання і елементи

абстрактного мислення, призводить до розуміння того, що спостереження з переважанням чуттєвого споглядання, має справу переважно з одиничним, натомість карти, що є узагальненням спостережень, невідворотно відображають особливе і загальне [22].

Румунські географи також є прихильниками методів, які застосовуються з давніх часів в географічних дослідженнях: спостереження, порівняльний, експериментальний, прогнозування, а також *методи*, які застосовуються в геоморфології, кліматології, гідрології, історіографії і картографічній. Хоча при цьому відзначають зростаюче значення математичних методів, до застосування яких вони почали готуватись [60]. Особливу увагу учені приділяють картографічному методу дослідження, який дозволяє розв'язувати конкретні проблеми, наприклад вивчення динаміки природних об'єктів за старовинними картами (досліджувалась східна частина узбережжя Фінської затоки) [10].

Отже, не дивлячись на захоплення новими методами дослідження географії, певна група географів, мабуть, не змогла прийняти одразу нові методи і відповідно перебудувати свою діяльність, тому продовжувала використовувати у своїй роботі традиційні методи: спостереження, пояснення (функціональне пояснення), опису (дослідницький стиль опису), порівняльний (або геометод), прогнозування, експериментальний і картографічний.

Математичні методи. З середини 50-х рр. XX ст. свою тріумфальну ходу розпочали математичні методи в географічних дослідженнях, тому що у цей період намітився перехід від вивчення унікальних явищ до більш загального аналізу класу явищ і їх взаємозв'язків. Бартон (Burton, 1963) назвав цей перехід «кількісною революцією» і вважав перехід завершеним до середини 60-х рр. XX ст. Потрібно зазначити, що багато проблем, пов'язаних з переорієнтацією досліджень, залишились нерозв'язаними і на початку XXI ст.

60-ті – початок 70-х рр. XX ст. характеризуються намаганням як можна швидше застосовувати умовні статистичні методи дослідження, які увійшли в моду, хоч тільки у цей період почався їх аналіз придатності і корисності в

географії. Поспіль організоване їх застосування зазнавало невдачу, робило неможливим розробку інших методів, які виконувались на основі даних статистичних методів [59, 20]. Палким прихильником математичних (кількісних) методів у цей період є Ю. Г. Саушкін, який був переконаний, що «математична географія є достатньо окресленою і строгою областю географії, яка є географією за своєю суттю і математикою за методом» [30, с. 6]. Ю. Г. Саушкіна підтримали й інші географи. Було запропоновано використовувати кількісні методи оцінювання природних режимів географічного середовища, яке розглядається як динамічна єдність його структурних частин. А математична статистика дозволить знайти формальні закономірності, які зв'язують ці частини [19], інші пропонували використовувати кількісні методи для оцінювання радіаційного балансу географічних фацій [20], тобто для дослідження локальних територій, натомість З. П. Коноваленко [16] і І. П. Дружинін [13] вважають, що кількісні методи потрібно використовувати для аналізу глобальних явищ природи, наприклад циклічності коливань природних процесів. У свою чергу, В. Я. Сергін фізико-географічні системи відносить до класу систем організованої складності, вважаючи, що для їх опису не розроблено підходящого математичного апарату, при чому доступними є тільки якісні словесні описи зв'язків, тому й запропонував методи кібернетики. Для їх реалізації автор розробив шість етапів побудови фізико-географічних моделей [32]. Проте, запропонована ним система досліджень надзвичайно громіздка, потребує значних матеріальних і моральних затрат, тому вона залишається як одна з систем майбутнього.

Є певна група географів, які бажали б поєднати такі милі для них традиційні методи дослідження з новими – математичними. Але одним з головних труднощів їх поєднання, за Девідом Харвеем (Harvey Devid), є проблема масштабу, оскільки різні географічні феномени вимагають для свого розуміння різних масштабів вивчення. На думку автора, для подолання труднощів застосовується метод найближчого сусідства і статистичних даних, незалежних від масштабу. Проте, застерігає автор, це надзвичайно громіздка

процедура і найбільш притаманна для вивчення стаціонарних вірогідних процесів, для яких характерні певні умови [51].

На труднощі нарікають і німецькі географи, які не проти застосовувати математичні методи дослідження, але вважають, що на сьогоднішній день (початок 70-х рр. ХХ ст. – Б. Ч.) географічні дослідження є надзвичайно дорогими, головним чином в частині збору і обробці матеріалів, які потребують обладнання і допоміжного персоналу, що за кількістю перевищує наявний науковий персонал приблизно у 5 разів. А, оскільки, географія не отримує достатнього фінансування, то географи не можуть дати рекомендацій по терміновим проблемам [52].

У цей період спостерігається найбільше використання математичних методів для вивчення фізико-географічних комплексів. Проте, аналіз публікацій з цього питання, проведений А. Е. Федіною, виявив більше проблем, ніж результатів досліджень. Найболючішою проблемою стало виявлення можливостей застосування кібернетики, математичного моделювання і ЕОМ для розв'язання традиційних завдань комплексної фізичної географії [37].

Р. Джонстон (R. J. Johnston) проаналізував географічну літературу з 60-х рр. ХХ ст. з застосування у дослідженнях кількісних методів, навів, на його думку, найважливіші: багаточинниковий, методи дискримінантного і статистичного аналізу, рангових співвідношень, і прийшов до висновку, що не існує найкращого методу, хоча метод рангових співвідношень та ієрархізований аналіз найпростіші для обчислень і найчастіше використовуються [54]. До застосування більш простих методів дослідження закликають й інші географи. Оскільки вважається, що **статистична географія** призвана більше описувати, ніж пояснювати, то й слід обирати статистичні методи, більш придатні (і зручні!) для опису, а не для перевірки або пояснення. При цьому корисними є методи числової таксономії у поєднанні з картографічним методом, що в медичній географії дозволяє виявити вогнища хвороб і підійти до їх етимології [61]. А Н. В. Миловадова повертається до звичайного і раніше усталеного – використання логічних і логіко-методологічних методів для розв'язання

географічних задач і застосування їх під час аналізу, порівняння і побудови фізико-географічних визначень і класифікацій [24].

У середині 70-х рр. ХХ ст. почали з'являтися нові методи дослідження в географії. Так Б. Б. Серапінос запропонував застосовувати метод латентно-структурного аналізу, який дозволяє отримувати рішення без обмеження частот індексу «м» і зводиться до завдання нелінійного програмування з лінійними обмеженнями [31]. А для розв'язання конструктивних задач Л. І. Василевський і Ю. В. Медведков запропонували застосовувати нові, хоч і складні, методи: теорію графів, нулевих матричних алгебр, операторів, полів, багатомірного простору. Проте, автори переконані, що потрібне органічне поєднання нових і класичних методів географічних досліджень [5]. У той же час А. Е. Федіна провела районування Північно-Східного Кавказу, застосувавши нові методи: математичної статистики, дисперсійний і інформаційний аналіз, а для визначення структури комплексів метод коефіцієнтної ентропії [38].

У цей період завершив роботу ХХІІІ МГК (1976), учасники якого однозначно відзначили необхідність корінного методологічного переозброєння географічної науки на підставі застосування сучасних методів дослідження: «аерокосмічної індикації, обчислювальної техніки, автоматичного картографування, математичного моделювання, нових методів накопичення і використання геоінформації»[8, с. 41].

Мабуть усе хороше одразу не робиться. Тому, реально оцінюючи стан справ в географії, чеський географ П. Прошек (P. Prošek), говорячи про застосування математичного методу в географії і його пристосування до географічної методології, різко критикує розуміння математичної географії як нової галузі. Автор переконаний, що математичний метод тільки підсилює теоретичні аспекти географії шляхом відкриття загальних рис явищ різного характеру, у зв'язку з цим повніше відкриваються і їх індивідуальні якості [67]. Майже про це саме говорить Божена Новакова-Гжибова (Božena Nováková-Hřibová). Вона стверджує, що застосування математичних методів дослідження і обчислювальної техніки знаходяться на початковій стадії розробки [63]. Це

підтверджує і R. Brázdil. Він відмічає як негативне явище наявність наприкінці 70-х рр. XX ст. численних публікацій на теми «кількісних (статистичних) методів» дослідження, моделей тощо, які носять розмірковуючий характер, або характер побажань і можливого використання цих методів у майбутніх дослідженнях. Натомість сам впадає у теоретичне філософствування, яке закінчується патетичним ствердженням, що у майбутньому зростатиме значення саме математичного апарату як мови вираження географічних закономірностей [45].

Так звана **«кількісна географія»** в німецькомовних країнах – ФРН, Австрії і Швейцарії – була ґрунтовно схарактеризована Е. Ліхтенбергом (E. Lichtenberger). На думку автора, сукупність кількісних методів в географії і теоретична географія об'єднуються терміном «кількісна географія» (синонім – «нова географія»). Стимулом є розвиток прикладних досліджень і розвиток комп'ютерних технологій обробки даних. Методи і підходи нової географії найбільше поширені в кліматології, гідрогеографії, в економічній географії, а математичні процедури застосовуються в більшості географічних дисциплін. Під впливом нової географії вже склалися й нові географічні дисципліни – географія сприйняття і географія освіти. У математичному апараті нової географії переважають під час досліджень статистичні і гравітаційні методи і стохастичне моделювання [55a]. Кількісні методи цікавлять і польських географів. Так, К. Островські (K. Ostrowski) за літературними джерелами, в яких характеризувався застосування кількісних методів в географії, з'ясував, що адаптація імітаційних методів рішення просторових моделей дозволяє зводити випробування до лабораторних умов і, здебільшого, слугує єдиним доступним методом кількісного дослідження систем [65].

З середини 80-х рр. XX ст. з'являється і позитивний досвід використання математичних методів дослідження. За Ю. Г. Симоновим, застосування ЕОМ стимулювало математизацію географічної науки. Завдяки математичним методам географія розв'язує такі традиційні задачі, як районування, типологія, створення класифікацій об'єктів, а також дозволяє будувати дослідження на

кількісному оцінюванні, однозначності рішення, виключаючи неповноту і протиріччівість [33].

Підбадьорюючі дані щодо математичних методів дослідження географії наводить Т. Д. Александрова. На підставі аналізу 250 книжок, статей і рефератів вона з'ясувала, що моделі і методи математики застосовуються насамперед для аналізу елементів геокомплексів, аналізу зв'язків між елементами; класифікації, визначення однорідності геокомплексів, визначення їх структури, фізико-географічного районування; для дослідження зміни станів геокомплексів і прогнозування їх розвитку. Автор констатує, що найчастіше використовуються такі методи математичної статистики: кореляційний, регресивний, факторний аналіз, інформаційно-логічний, методи теорії графів, а фізико-географічне районування проводиться найчастіше з використанням статистичних методів, методів теорії розпізнавання образів, елементів теорії інформації [1].

Західні географи також зробили серйозний крок у використанні кількісних методів дослідження. Наприклад, у США у 14 головних географічних журналах за 1956, 1966, 1976 і 1986 роки проаналізовано 90 основних кількісних методів. Основні методи використані в 53 % статей у 1986 р. проти 3 % у 1956 р. Зросла також різноманітність і інтенсивність застосування методів. Серед методів домінували: двомірні кореляція і регресія, множинна регресія, факторний аналіз, «хі-квадрат», непарнометричні методи. Просторова автокореляція і найновіші методи множинної регресії – найбільш серйозні нововведення в географії [68].

Математико-географічне моделювання. Наприкінці 60-х – початку 70-х рр. ХХ ст. намічається і обережно реалізується математичне обґрунтування математичних моделей в географії. В. С. Міхєєва зазначає, що математико-географічне моделювання є географічним методом досліджень, який синтезує якісну і кількісну сторони географічних процесів і явищ, відображаючи їх в математичній формі. Але розробка математично-географічних моделей геосистем вимагає попереднього розв'язання кількох методологічних питань,

пов'язаних з класифікацією геосистем, їх членуванням і побудовою схем функціональних зв'язків між підсистемами [25].

З цього можна зробити висновок, що до подібної практичної роботи наші географи ще не готові. У більшості публікацій усе ще тільки ставиться проблема застосування математичного моделювання фізико-географічних процесів і, навіть, створення і розвитку аналітичної географії, а джерелами фактичного матеріалу для створення моделей слугуватимуть великомасштабні аналітичні карти фацій і безпосередні вимірювання на місцевості [34]. Але уже в середині 70-х рр. ХХ ст. метод моделювання захопив майже усіх географів, тому різноманітність блокових моделей швидко зростає, але не усі усвідомлюють, що моделі еволюціонують, не залишаються незмінними. Відомі географи Росії – В. С. Преображенський і В. П. Александрова зазначають: «на жаль вимушені констатувати недостатнє розуміння значення використання вже накопиченого досвіду, не усвідомлення вибору моделей. Особливо прикре використання примітивних моделей в методичних експериментах зі складними математичними засобами [29, с. 50; 51-52].

Правда, на Симпозіумі з математичних методів дослідження ХХІІІ-го МГК (1976) оптимістично говорилося, що спостерігається різноманіття залучених в географію математичних методів дослідження і що у перспективі відбудеться розширення арсеналу методів і підходів. І підкреслювалось, що намітився перехід до другого етапу математизації в географії – математичного моделювання [41]. Наве на підтвердження рішень Симпозіуму польська дослідниця Ева Новосельська (Ewa Nowosielska) активно застосовує в географічних дослідженнях моделі регресії. Вона зазначає, що регресивний аналіз вже понад 20 років є одним з найбільш популярних статистичних методів, який активно застосовується в географічних дослідженнях Польщі [64]. Німецькі географи так само оптимістично дивляться на проблему математичних моделей. Вони відзначають, що в кібернетиці модель визначається як представлення певних структур і відношень певних елементів. Таке широке визначення дає привід для неправильних висновків, оскільки

класифікаційні принципи моделей не мають чіткості. І наводяться авторські принципи, які застосовуються ними на практиці [50].

Схильність до моделювання в якості методу дослідження проявляють і російські географи, але здебільшого, на рівні теоретичних міркувань і пропозицій. Так, М. Д. Капітонов, вважаючи моделювання методом за засобами і способами прийомів дослідження, виділяє 4 групи моделювання: 1) предметну, 2) предметно-образотворчу, 3) теоретичну (переважно знакову), 4) мішану, і розповідає, як їх застосовувати під час дослідження [15]. Б. И. Блануца переконаний, що для класифікації і типізації географічних об'єктів потрібно застосовувати тільки методи розпізнавання образів «без учителя», система яких складається з трьох блоків. І дає детальну характеристику цих блоків [3]. П. Д. Підгородецький для розв'язання питань прогнозування змін природи пропонує дві моделі: 1) організацію дослідження простого стану геосистем і 2) модель історико-фізико-географічного аналізу – в якості шляхів підходу до вивчення статичних і структурно-динамічних особливостей геосистем минулого для цілей прогнозу зміни їх стану [28]. Павловський Ю. Н. математичну модель пов'язує з імітацією. Він переконаний, що термін «імітація» використовується для позначення способу відтворення випадкового процесу, вибору раціонального керування складним процесом шляхом відтворення протікання цього процесу більш простими математичними моделями, які є проміжним ланцюгом між класичними математичними моделями і процесами реального світу [27].

Аналізуючи цей період, дослідники намагаються виявити позитивні можливості застосування математичних (кількісних) методів дослідження. Так, О. А. Борсук, дає стисло характеристику найбільш вживаним методам дослідження: методи геометрії широко застосовуються в географії, оскільки просторовий аспект є найважливішим для усіх географічних наук. Розв'язання ж динамічних задач вимагає використання аналітичних методів – інтегрального і диференційного числення. Вивчення масових явищ призвело до застосування статистичних методів і прийомів під час збору матеріалів. Математичні моделі

для опису емпіричних закономірностей були створені теорією імовірності. Процес вивчення природних процесів вимагає застосування логічних моделей розвитку природи. Перехід кількісних змін у якісні з великими складнощами описується методами сучасної математики з переважанням імітаційних моделей. Математичні методи внесли в географію більш строгий підхід до відбору інформації і уточнення дефініцій [4]. Тут потрібно додати, що великомасштабні моделі, які з'явилися наприкінці 60-х рр. ХХ ст., почали витісняти надзвичайно поширений інтуїтивний підхід до регіональних проблем, який розвивався в експертних групах з 50-х рр. Великомасштабні моделі мають такі переваги: теоретична основа, математичні методи, алгоритми розв'язання і ЕОМ, дані і оціночні процедури, вимірювачі оцінювання і методи проектування, широке застосування моделей математичного програмування, лінійні, нелінійні і інші математичні методи (в моделях максимізації ентропії, випадкової корисності тощо). Нові моделі суперкомп'ютерів дозволяють повному ставити більшість прикладних проблем [44]. Дві останні статті певним чином підводять підсумки еволюції застосування математичних моделей в географії.

Інші методи дослідження. Кінець 60-х – 80-ті рр. ХХ ст. характеризується шараханням географів у різні боки у пошуках усе нових і нових методів дослідження, що характерне для науки, яка переживає потужний процес диференціації, а дослідники не мають чіткої методології науки. На початку цього періоду, як вважається, найбільш оригінальним є застосування методу «дерева логічних можливостей» для побудови фізико-географічних класифікацій. Причому, будуються дерева логічних, фактичних і регіональних можливостей, які допомагають забезпечити логічну непротирічивість класифікацій фізико-географічних об'єктів [23]. У цей же час французькі географи пропонують метод просторового аналізу (location analysis) еквівалентний поняттю геоспасіології. Геоспасіологія як метод дослідження і нова дисципліна з'явилися внаслідок теоретичних положень праць П. Хаггета «Просторовий аналіз в економічній географії» і В. Бунге «Теоретична

географія»[62]. Цей напрям доповнюється методом системної динаміки для обліку зміни екологічних чинників під час імітаційного моделювання прийняття рішення [18], аналітичним методом дослідження з застосуванням математичної мови і системним аналізом. Аналітичний метод використовують і інші зарубіжні учені. Так, Андре Кільхенманн (Kilchenmann André) вважає, що сучасний розвиток географії є не у точному узагальненні спостережень, а у формуванні принципово нового світогляду. Крім географічних ідей, системного підходу, дослідження поведінки у просторі, значну роль відіграє аналітичний метод дослідження з застосуванням математичної мови. В останній час цей метод доповнено системним аналізом [55].

Польські географи розробляють і намагаються застосовувати на практиці метод факторного аналізу, зосереджуючись, головним чином, на його пізнавальній ролі. Крім того, факторний аналіз є своєрідним методом побудови гіпотези про суттєві величини в конкретній реальній області. Вже розроблено й детально описано схеми методу факторного аналізу, але при цьому рекомендується поєднувати його з традиційними методами [47]. Хоч за великим рахунком, метод факторного аналізу є різновидом багатоваріантного статистичного аналізу, за яким безліч характеристик кількісно згортається у невелику кількість чинників, які пояснюють залежність і взаємозв'язки між вихідними характеристиками. Факторний аналіз починається з обробки великої кількості первинних перемінних шляхом складання матриці кореляцій і виділення кластерів тісно зв'язаних перемінних [58].

У 70-ті рр. ХХ ст. вже почали застосовувати космічні методи у вигляді самостійного напрямку науково-методичних досліджень в географії, які дістали назву дистанційної індикації природного середовища. Оприлюднені переваги космічних методів і намічено специфічні методи: метод комплексної інтерпретації космічних зображень Землі (вивчення складу геосфери); метод картографування природних комплексів (вивчення структури геосфери); метод вивчення динаміки і ритміки геосфери [7].

Застосування космічних методів потребує залучення й інших методів, наприклад, балансового методу, який дозволяє виявити основні тенденції і швидкість можливої зміни природного середовища [40], а також дистанційної іконології, яка забезпечує методи якісного (іконографія) і кількісного (економетрія) вивчення текстур і структур біосфери, що дозволяє вимірювати певні параметри біосфери (структуру рослинності, наземну фітомасу, стресові стани) за кількісними характеристиками дистанційного зображення [6]. У цьому ж ряду є й застосування методів автоматичної класифікації. Алгоритми методів багатовимірної автоматичної класифікації входять в математичне забезпечення ЕОМ і допомагають випробовувати існуючі схеми і уточнювати окремі їх елементи. Класифікації комплексів проводяться за подібністю ознак і за зв'язками [11].

Методи комп'ютерного програмування еволюціонували з 70-х рр. ХХ ст. і сьогодні дістали подальшого розвитку і широкого застосування у дослідженнях. П. М. Матер наводить методи, які використовуються для складання машинних програм: аналіз просторового розподілу точок, рангова кореляція, лінійний регресійний аналіз, моделювання річкової сітки, лінійне програмування [21].

А словацькі географи віддають перевагу застосуванню експертних систем, що являють собою один з видів практичного застосування штучного інтелекту під час розв'язання складних проблем і проблем неалгоритмічного характеру, які мало піддаються структуризуванню з допомогою суб'єктивних і евристичних методів. Експертні системи є невід'ємною частиною процесу розв'язання специфічних проблем, пов'язаних з просторовою організацією ландшафтної сфери, під час дистанційного зондування Землі та ідентифікації картографічних проєкцій, а також при створенні і використанні ГІС [53].

Польський географ Марек Барановський (Marek Baranowski) дав повну характеристику ГІС, виділивши три етапи їх розвитку у ХХ ст.: 1) 60-ті рр. – головним їх призначенням було автоматичне складання картограм; 2) 70-ті рр. – йшло збільшення змістовного потенціалу створюваних систем, головним

чином в аспекті природних ресурсів і середовища проживання; 3) 80-ті рр. – ГІС набули «масової реальності» в технологічно розвинених країнах [42]. На першому і частково на другому етапі ГІС в основному спеціалізувалися на зборі, зберіганні, пошуку, аналізу і відображенні просторових даних [46]. На третьому етапі прогрес математики і техніки призвів до створення сучасних ГІС (на той час – Б. Ч.), які вже дозволяли зберігати і викликати у будь-якому поєднанні просторово диференційовану інформацію. ГІС стали не тільки інструментом, але і моделлю просторового взаємозв'язку і взаємозалежності [49]. Але наприкінці 80-х рр. почали використовувати вже трьохвимірні ГІС, в яких дані про властивості поверхні, внутрішньої будови і динаміка цих характеристик задаються у трьохвимірному просторі. Переваги можливості аналізу характеристик на реальних внутрішніх або зовнішніх поверхнях, розрізах і об'єктах, дозволяють більш легко і ефективно керувати даними у задачах моделювання, наприклад, рух потоків ґрунтових вод тощо [56]. Значення ГІС як найперспективніших засобів підтверджують і російські дослідники, оскільки вони дають можливість отримувати нові знання про просторово-часові явища [35], є засобами моделювання і відображення географічних явищ, а також виступають в ролі експертних систем [36].

Наприкінці 80-х рр. ХХ ст. серед західних учених набула поширення просторова статистика, яка стала інтегральною частиною дослідницького арсеналу географії. Gaile Gary було проведено опитування делегатів робочої групи з математичних методів МГС перед двома засіданнями – у 1984 і 1988 рр. У 1984 р. відповіло на анкету 84 географа з 14 країн, а у 1988 р. – 91 з 17 країн. Визначення «просторової статистики» і «перспективності» (promise) були залишені на власний розсуд респондентів. У перелік методів просторової статистики увійшло 21 найменування: теорія ПС, геокодування і вибірка, класифікація, інтерактивна картографія, комп'ютерна картографія, аналіз трендових поверхонь, просторова автокореляція, вимірювання просторового вимірювання, просторово-часові ряди, аналіз направлених даних, топологія, аналіз форми, моделі просторового вибору, імітаційні моделі, моделі

обчислювальних процесів, аналіз точкових структур, категоріальний аналіз даних, фрактали, ГІС, просторові прогнозні моделі.

Найвищі оцінки отримали ГІС, Імітаційні моделі, прогнозні моделі, моделі просторового вибору. Найнижчі – аналіз точкових структур, форми, трендові поверхні, класифікації. Невідомі більшості респондентів: моделі обчислювальних процесів, направлений аналіз даних, фрактали, інтерактивна картографія [48].

Таким чином, в зарубіжній і вітчизняній фізичній географії використовуються традиційні, математичні (кількісні) методи і сучасні ГІС. Своєрідним висновком є дослідження Gaile Gary, який методом опитування учених МГС виявив 21 найменування методів, які використовують учені під час географічних досліджень.

Список використаної літератури

1. *Александрова Т. Д.* Основные направления использования моделей и математических методов в общей физической географии и ландшафтоведении / Т. Д. Александрова // Теоретич. и общие вопросы геогр. – М., 1977. – Т. 3. – С. 147–209.

2. *Арманд Д. Л.* Наука о ландшафте (Основы теории и логико-математические методы) / Д. Л. Арманд. – М. : Мысль, 1975. – 287 с.

3. *Блануца Б. И.* Система методов математической классификации географических объектов: некоторые способы оценки качества классификации / Б. И. Блануца // Изв. АН СССР. Серия геогр. – 1984. – № 3. – С. 91–99.

4. *Борсук О. А.* Методологические проблемы математизации в физической географии / О. А. Борсук // Методология географии: теория, практика, преподавание. – М., 1986. – С. 25–31.

5. *Василевский Л. И.* Перспективы математических методов в географии / Л. И. Василевський, Ю. В. Медведков // Вопросы географии. – М. : Мысль, 1976. – Вып. 100. – С. 93–108.

6. *Виноградов Б. В.* Дистанционное изучение биосферы / Б. В. Виноградов // Теорет. и общ. вопр. геогр. – М. : ВИНТИ, 1977. – Т. 3 : Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР)– С. 58–146.

7. *Виноградов Б. В.* Космические методы в географии / Б. В. Виноградов // Изв. АН СССР. Серия геогр. – 1972. – № 3. – С. 79–89.

8. *Герасимов И.* Научная деятельность конгресса / И. Герасимов, В. Преображенский, Г. Сдасюк // Итоги XXIII Международного географического конгресса : сб. статей. – М. : Знание, 1977. – С. 29–48. – (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Наука о Земле»).

9. *Голубчик М. М.* Теория и методология географической науки : [учеб. пособие для студ. вузов по спец. 012500 «География»] / М. М. Голубчик,

С. П. Евдокимов, Г. Н. Максимов, А. Н. Носонов. – М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 463 с.

10. *Гордиенко И. Л.* Изучение динамики природных объектов по старинным картам / И. Л. Гордиенко // Вестн. ЛГУ. – 1978. – № 12. – С. 139–141.

11. *Гусейн-Заде С. М.* Проблемы использования методов автоматической классификации в географии / С. М. Гусейн-Заде // Вестник МГУ. География. – 1988. – № 1. – С. 80–86.

12. *Дьяконов К. Н.* Современные методы географических исследований : кн для учителя / К. Н. Дьяконов, Н. С. Касимов, В. С. Тикунов. – М. : Просвещение : АО «Учеб. лит», 1996. – 207 с.

13. *Дружинин И. П.* Статистическая оценка одного вида концентрации частот многолетнего хода природных процессов на Земле / И. П. Дружинин // Математические методы в географии. – М. : Моск. ун-т, 1968. – С. 93–95.

14. *Ефремов Ю. К.* Пути оптимизации требований к комплексным географическим характеристикам природы / Ю. К. Ефремов // Сб. Музея землеведения МГУ. – М., 1975. – Вып. 11. – С. 131–138.

15. *Капитонов М. Д.* Моделирование как метод построения природоведческих экспозиций / М. Д. Капитонов // Жизнь Земли : сб. Музея землевед МГУ. – М., 1980. – № 15. – С. 33–43.

16. *Коноваленко З. П.* О некоторых статистических методах анализа цикличности колебаний природных процессов / З. П. Коноваленко // Математические методы в географии. – М. : Моск. ун-т, 1968. – С. 173–175.

17. *Кузнецов П. С.* О геометеде как особом способе познания / П. С. Кузнецов // Изв. ВГО. – 1983. – № 2. – С. 195–199.

18. *Липец Ю. Г.* Основные методы системной динамики и моделирование систем / Ю. Г. Липец // Физика и математика : сб. – Тарту, 1974. – С. 51–52.

19. *Лиопо Т. Н.* О некоторых путях количественной оценки природных режимов географической среды / Т. Н. Лиопо // Математические методы в географии. – М. : Моск. ун-т, 1968. – С. 74–76.

20. *Мартьякова Г. И.* Количественная оценка связей радиационного баланса в степных географических фациях / Г. И. Мартьякова // Математические методы в географии. – М. : Моск. ун-т, 1968. – С. 88–91.

21. *Матэр П. М.* Компьютеры в географии: практическое руководство : [пер. с англ.] / П. М. Матэр. – М. : Прогресс, 1981. – 211 с.

22. *Мересте У.* Проблема формирования внутренней структуры географии на фоне общей интеграции наук / У. Мересте, Т. Райтвийр // Теоретическая и математическая география : сб. очерков / [Эст. о-во АН ЭССР; ред. С. Ныммик]. – Таллин : Валгус, 1978. – С. 7–36.

23. *Миловидова Н. В.* Использование дерева логических возможностей при построении и контроле физико-географических классификаций / Н. В. Миловидова // Изв. АН СССР. Серия геогр. – 1969. – № 4. – С. 154–159.

24. *Миловидова Н. В.* Применение методов логики к анализу физико-географических определений и классификаций / Н. В. Миловидова. – М. : Наука, 1977. – 104 с.

25. *Михеева В. С.* Методологические проблемы математического моделирования в географии / В. С. Михеева // Теоретическая география. – М. : Мысль, 1971. – 76–81.
26. *Мороз С. А.* Історія біосфери Землі : у 2 кн. / С. А. Мороз. – К. : Заповіт, 1996. – Кн. 1 : Теоретико-методологічні засади пізнання : навч. посібник. – 440 с.
27. *Павловский Ю. Н.* Имитационные системы и модели / Ю. Н. Павловский. – М. : Знание, 1990. – 44 с. – (Новое в жизни, науке и технике. Сер. Математика и кибернетика ; № 6).
28. *Подгородецкий П. Д.* Историческая физическая география и прогнозирование изменения природы / П. Д. Подгородецкий // Проблемы теоретической географии. – Л., 1978. – С. 72–82.
29. *Преображенський В. С.* Эволюция географических моделей геосистем / В. С. Преображенський, В. П. Александрова // Моделирование элементарных геосистем. – Иркутск, 1975. – С. 39–53.
30. *Саушкин Ю. Г.* Математический метод в географии / Ю. Г. Саушкин // Математические методы в географии. – М. : Моск. ун-т, 1968. – С. 4–6.
31. *Серапинос Б. Б.* Применение в географических исследованиях метода латентно-структурного анализа / Б. Б. Серапинос // Вестник МГУ. География. – 1975. – № 4. – С. 59–65.
32. *Сергин В. Я.* Кибернетическое моделирование физико-географических систем / В. Я. Сергин // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1972. – № 1. – С. 130–136.
33. *Симонов Ю. Г.* География и математика. Методологические аспекты проблемы / Ю. Г. Симонов. – М., 1987. – С. 114–124.
34. *Стариков К. З.* Схематическое моделирование физико-географических процессов / К. З. Стариков // Методы математики в географии. – М.: МГУ, 1968. – 76–78.
35. *Тикунов В. С.* Методы и средства географических исследований / В. С. Тикунов // Современные средства эколого-географических исследований : [материалы к 9 съезду Геогр. о-ва СССР, Казань, сент., 1990]. – Л., 1990. – С. 13–15.
36. *Тикунов В. С.* Средства географических исследований / В. С. Тикунов // Вестник МГУ. – 1990. – № 4. – С. 41–46.
37. *Федина А. Е.* Исследования по количественным методам в комплексной физической географии / А. Е. Федина // Ученые зап. / Азерб. ун-т. Серия геол.-геогр. наук. – 1969. – № 4. – С. 57–64.
38. *Федина А. Е.* Математические методы в физико-географическом районировании / А. Е. Федина // Геогр. исслед. в Московском ун-те. Традиции – Перспективы. – М. : Моск. ун-т, 1976. – С. 213–219.
39. *Ханвелл Дж.* Методы географических исследований / Дж. Ханвелл, М. Ньюсон ; [пер. с англ. В. Я. Барласа и В. Н. Солнцева ; ред. Н. А. Гвоздецкого и Н. Л. Чепурко ; предисл. Н. А. Гвоздецкого]. – Вып. 2 : Физическая география. – М. : Прогресс, 1977. – 390 с.

40. *Чепурно Н. Л.* Применение балансового метода в географии / Н. Л. Чепурко // Географические исслед. в Моск. ун-те. Традиции – Перспективы. – М. : Моск. ун-т, 1976. – С. 220–227.

41. *Якименко Э. Л.* История развития речных долин и проблемы мелиорации земель. Сибирь и Дальний Восток / Э. Л. Якименко // Симпозиум по количественным методам в географии XXIII МГК, 20–26 июня, 1976. – Новосибирск, 1979. – С. 153–155.

42. *Baranowski Marek.* Systemy informacji geograficznej – proba zarusu problematyki / Marek Baranowski // Przegląd geograficzny. – 1985. – 57. – № 11-12. – S. 40–41.

43. *Bordessa R.* The investigative genre: problems and prospects = Исследовательский стиль в географической журналистике / R. Bordessa, J. M. Cameron ; [пер. с англ. Э. Алаева] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1981. – 1A170. – С. 25.

44. *Boyce David E.* Presidential address : renaissance of large-scale models = Президентский адрес : возрождение крупномасштабных моделей / Boyce David E. ; [пер. с англ. Ю. Липеца] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1990. – 1A49. – С. 9.

45. *Brázdil R.* Někteř teoretické a filosofické aspekty užití matematických metod v geografii = Некоторые теоретические и философские аспекты применения математических методов в географии / Brázdil R. ; [пер. с чеш., по резюме] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1979. – 11A11. – С. 3.

46. *Clarke Keith.* Advances in geographic information systems = Прогресс в развитии географических информационных систем / Keith Clarke ; [пер. с англ. А. Хропова] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1986. – 8A15. – С. 4.

47. *Chojnicki Zbyszko.* Problemy metodologiczne zastosowania analizy czynnikowej w geografii = Методологические проблемы применения факторного анализа в географии / Zbyszko Chojnicki, Teresa Czyż ; [по резюме] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1976. – 3A6. – С. 2.

48. *Gaile Gary L.* Whither spatial statistics? = Куда идёт пространственная статистика? / Gaile Gary L. ; [пер. с англ. Ю. Липеца] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1991. – 1A84. – С. 13.

49. *Geographic Information Systems: An Introduction for Natural Resource Managers* = Географические информационные системы: введение для лиц, занятых управлением природными ресурсами / Coughlan Joseph C., Oliffi Tom ; [пер. с англ. С. Артоболевского] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1989. – 3A35. – С. 5.

50. *Güssefeldt J.* Die Bedeutung von Modellen in Forschung und Lehre der Geographie = Значение моделей в географических исследованиях и преподавании географии / J. Güssefeldt ; [пер. с нем., Л. Серебрянного]

// География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1979. – 12А14. – С. 2.

51. *Harvey David W.* Pattern, process, and the scale problem in geographical research = Структура, процесс и проблема масштаба в географическом исследовании / Harvey David W; [пер. с англ. Ю. Липеца] // География : реферативный журн. А. Теоретические вопросы физической и экономической географии. – 1969. – 6А11. – С. 2.

52. *Hartke Woligang.* Technische und organisatorische Erfordernisse moderner geographischer Arbeitsmethoden = Технические и организационные требования современных методов географии / Hartke Woligang; [пер. с нем. У. Праги] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1972. – 2А7. – С. 2.

53. *Harák Pavel.* Exspertné systémy a možnosti ich využitia v geografii = Экспериментные системы и возможности их использования в географии / Pavel Harák ; [пер. со словац., автореферат] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1991. – 2А32. – С. 3.

54. *Johnston R. J.* Choice in classification: subjectivity of objective methods = Выбор в классификации: субъективность объективных методов / Johnston R. J.; [пер. с англ. Ю. Липеца] // География : реферативный журн. А. Теоретические вопросы физической и экономической географии. – 1969. – 6А10. – С. 1–2.

55. *Kilchenmann André.* Zur Konzeptionellen Revolution in der Geographie = О концептуальной революции в географии / Kilchenmann André; [пер. с нем. Ю. Ретеюма] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1975. – 2А7. – С. 2–3.

55a. *Lichtenberger T.* Quantitative geography in the German-speaking countries = Количественная география в странах немецкого языка / E. Lichtenberger; [пер. с нем. А. Савченко] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1979. – 6А22. – С. 5.

56. *Long Laura.* GIS goes 3D = Геоинформационные системы становятся трёхмерными / Laura Long; [пер. с англ. А. Глазовского] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1989. – 10А34. – С. 3.

57. *Lorelli James T.* Methodology in the natural and social sciences and its relationship to geography = Методология естественных и социальных наук и её отношение к географии / Lorelli James T; [пер. с англ. А. Арманда] / География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1975. – 4А2. – С. 1.

58. *Markandey Kalpana.* Factor analysis in geography = Факторный анализ в географии / Kalpana Markandey; [пер. с англ. С. Тархова] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1984. – 6А47. – С. 7.

59. *Mather P.* Multivariate methods and geographical data = Методы многомерного анализа и география / P. Mather, S. Openshaw; [пер. с англ. А. Горячевой] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1975. – 4А73. – С. 13.

60. *Morariu Tiberiu*. Principii si metode de cercetare in geografia fisica = Принципы и методы физико-географических исследований / Morariu Tiberiu, Velcea Valeria; [пер. с рум. А. Грацианского] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1972. – 2А42. – С. 7.

61. *Moran P. A. P.* The use of statistics in geography = Использование статистики в географии / Moran P. A. P.; [пер. с англ. Ю. Липеца] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1976. – 3А9. – С. 3.

62. *Nicolas-Obadia Georges*. Note sur la géospatologie = Заметка о геоспациологии / Nicolas-Obadia Georges; [пер. с франц. А. Минца] // География : реферативный журн. А. Теоретические вопросы физической и экономической географии. – 1970. – 1А5. – С. 14.

63. *Nováková-Hřibová Božena*. Pokroky ve zpracování geografických infomací = Прогресс в обработке географической информации / Božena Novakova-Hřibova; [пер. с польск., по резюме] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1977. – 11А12. – С. 3.

64. *Nowosielska Ewa*. Metodologiczne problemy stosowania modeli regresji w badaniach geograficznych = Методологические проблемы применения моделей регрессии / Ewa Nowosielska; [пер. с польск., по резюме] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1977. – 10А11. – С. 3.

65. *Ostrowski K.* Informatyka w badaniach geograficznych = Информатика в географических исследованиях / K. Ostrowski; [пер. с польск., по резюме] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1979. – 11А10. – С. 3.

66. *Pavlík Zdeněk*. Na okraj kvantifikace v geografii = Некоторые взгляды на квантификацию в географии / Pavlik Zdeněk; [пер. с чеш. Ю. Липеца] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1975. – 1А7. – С. 3.

67. *Prošek P.* Metodologické základy geografie a matematická metoda poznání v geografii = Методологическая сущность географии и математический метод познания в географии / P. Prošek; [по резюме] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1977. – 12А5. – С. 2.

68. *Slocum T. A.* The use of quantitative methods in major geographical journals, 1956 – 1986 = Использование количественных методов в главных географических журналах (США), 1956-1986 / Slocum T. A.; [пер. с англ. Ю. Липеца] // География : реферативный журн. А. Теоретические и общие вопросы географии. – 1991. – 1А84. – С. 13.