
АНОТАЦІЇ, РЕЦЕНЗІЇ

УДК 1.2:51-7(046)

М. І. Ігошин

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
Одеський національний екологічний університет
вул. Дворянська, 2, 65026, Одеса, Україна

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛЮВАННЯ У ФІЗИЧНІЙ ГЕОГРАФІЇ

/ За ред. проф. Є. Д. Гопченка, проф. О. Г. Топчієва
Підручник. Практикум. — Одеса: Астропринт, 2005. —
464 с.

У підручнику висловлюються новітні і традиційні математичні методи і прийоми збору, обробки, аналізу і узагальнення фізико-географічної інформації.

Підручник, об'ємом 464 сторінок, складається з передмови, вступу, п'яти тем, списку літератури з 74 найменувань, 40 малюнків, 25 таблиць, 6 додатків.

Перші три теми присвячені статистичним методам обробки і аналізу географічних даних. Тут висловлюються і обговорюються одновимірний статистичний аналіз; кореляційний аналіз зв'язку двох, трьох і більш змінних. Четверта тема присвячена аналізу якісної і кількісної картографічної інформації із застосуванням показників взаємної зв'язаності і інформаційної функції ентропії Шеннона. У п'ятій темі розглядаються відомі методи математичного районування території.

В кінці кожної теми наводяться дані до виконання лабораторних і практичних робіт. Завершується кожна тема переліком питань для самоконтролю знань студентів. Книга містить також перелік тем рефератів і семінарських занять, програму спецкурсу, предметний покажчик. У додатках містяться важливі статистичні таблиці, різноманітна додаткова тематична інформація, матеріали для повторення, а також короткий термінологічний словник. Підсумковим розділом підручника є додаток 6: "Моделі і моделювання у фізичній географії".

Ключові слова: модель і моделювання, статистичний аналіз, критерії згоди, кореляція, районування, ентропія, закон розподілу.

Передмова

Зараз дуже ефективним методом географічних досліджень виступає моделювання — один з універсальних методів. Термін "модель" означає міру, мірило, зразок, норму. *Модель* — це штучна система, що відображає основні властивості досліджуваного об'єкта-оригіналу. Вона зображує в зручній формі численну інформацію про об'єкт, що вивчається, знаходиться з ним в певній відповідності, дозволяючи замінити

його при дослідженні. Розрізняють поняття *модель* і *моделювання*. *Моделювання* є процесом відтворення моделі об'єкту або явища з метою вирішення поставленої задачі певними методичними прийомами для контролю над результатами дослідження і їх реалізацією.

Математичним моделюванням географічних явищ іноді називають відображення їх за допомогою строго визначеної, формалізованої системи числових величин (параметрів), в якій зберігаються основні структурні риси і взаємозв'язки дійсності, що відображається. Подібно географічній карті, математична модель повинна бути масштабно-подібною явищам, що вивчаються. При побудові моделі здійснюється відбір і генералізація початкових даних. При моделюванні необхідно здійснити переклад на мову математичних символів початкових матеріалів (статистичних показників, даних експериментальних досліджень, стаціонарних моніторингових спостережень, карт, схем, графіків, діаграм і т. ін.) і самої задачі дослідження, а також зворотний переклад на мову географії і географічне осмислення результатів дослідження, одержаних в математичній формі. Вивчення географічних моделей дозволяє виявити такі географічні закономірності, які важко або неможливо встановити традиційними методами, і давати науково обґрунтовані прогнози на майбутнє. За допомогою математичних моделей вирішують різноманітні конструктивні задачі в географії.

Існуючі математичні моделі найчастіше розділяють на 4 типи: *статичні детерміновані, статичні стохастичні, динамічні детерміновані і динамічні стохастичні*.

Математико-географічне моделювання є складним процесом, що складається з ряду послідовних етапів.

1. *Початковий* (попередній) етап, в ході якого визначаються цілі і задачі дослідження; висувуються гіпотези; здійснюється побудова концептуальної (понятійної) моделі у вигляді діаграми, графіка, диференціального рівняння.

2. Другий етап — *збір інформації* (експеримент).

3. Третій етап — *аналіз*. Він включає візуальних, графічний і математичний аналізи.

4. Четвертий етап — *ідентифікація* (ототожнення) системи. Тут характеризуються стани системи (баланс маси, енергії; відкрита або замкнута система; встановлюються екстремальні значення системи); визначаються зворотні зв'язки і ергодичність системи; встановлюються критерії подібності і вибирається аналог для системи або її елементів; проводиться аналіз елементів системи методом розмірностей.

5. П'ятий етап — *синтез* або побудова моделі. Тут здійснюється перевірка висунутої гіпотези; складається логіко-математична модель і дається її локалізація; встановлюються помилки моделювання.

6. Шостий етап — *рішення задач* (простих і комплексних). *Прості* — це часткові задачі щодо одного компонента, розрахунок середніх і екстремальних значень, визначення схожості (різноманітності) по обмеженому числу (2–3) чинників. *Комплексні задачі* — це комплексні оцінки складних природних систем і явищ, районування і класифікація, планування раціонального використання природних

ресурсів, проектування досліджень природного середовища цільового призначення, контроль і прогноз якості, прогноз нових залежностей (моделей), які можна одержати за допомогою нових видів інформації, а також організація моніторингових спостережень і об'єктів.

Такий вигляд має повна схема етапів будь-якого наукового географічного дослідження із застосуванням математичних методів і моделювання.

Така коротко повна схема етапів будь-якого наукового географічного дослідження.

Основний зміст підручника

Вступ. Актуальність

На сучасному етапі для теоретичних і прикладних досліджень в географії широко застосовуються математичні методи, які полягають у використанні математичних знань і понять, математичних і математико-логічних операцій, математико-географічних моделей і моделювання, персональних комп'ютерів.

Під математичними методами за Д. Л. Армандом (1975) розуміють всякі методи, в ході яких здійснюються математичні дії, як над числами, так і над іншими символами (у тому числі і над формалізованими поняттями) з метою отримання нових висновків і висловів. В той же час слід зазначити, що потреби науки в кількісних показниках можуть бути задоволені тільки при зверненні до чисел.

Чудовою властивістю математичних методів є здатність зважувати, перетворювати на остаточно певні багато понять, що були до того якісними, розпливчастими, які допускали лише визначення в термінах "більше-менше".

Зараз практично всі галузі господарства потребують достовірних кількісних даних. Математичні методи в географії застосовуються для отримання чисельних природних параметрів, характеристик, простих і комплексних (елементів ландшафтів, компонентів природно-територіальних комплексів ПТК, всіх статей водного, термічного, сольового, седиментації балансів, характеристик рельєфу, запасів і приросту природних ресурсів, міграції хімічних елементів, біомаси і ін.). Вони отримали широкий розвиток, в першу чергу, в геології, метеорології, гідрології, ґрунтознавстві і ін. Обробка величезної кількості цифрових даних викликала гостру потребу розрахунків середніх, модальних, екстремальних значень географічних величин, тобто зумовило впровадження у фізичну географію статистичних методів і теорії ймовірності.

Математична статистика — це наука, що вивчає сукупності масових явищ з метою виявлення закономірностей і їх характеристик за допомогою узагальнюючих показників. Статистика є наукою і мистецтвом розробки і застосування найефективніших методів збору, зберігання, обробки і інтерпретації кількісних даних, так, щоб помилковість висновків і оцінок могла б бути оцінена за допомогою логіч-

ного обґрунтування, що спирається на методи теорії ймовірності. Однією з основних задач статистичного дослідження є абстрагування від випадкового і виявлення типового, характерного, закономірного.

Розгорнена схема одновимірного статистичного аналізу включає 7 основних етапів його проведення.

1. *Складання повної статистичної таблиці розподілу емпіричних частот.*

2. *Побудова графіків* емпіричного розподілу (гістограма, інтегральна крива розподілу або кумулята, огива Гальтона, крива концентрації Лоренцо та крива забезпеченості).

3. *Розрахунок статистичних характеристик* параметрів емпіричного розподілу методом моментів. Найважливішими характеристиками статистичного ряду, що описують будь-який розподіл, є такі: середні значення величин ознаки, показники варіації, асиметрії, ексцесу та ін. Ці параметри є взаємозв'язаними і утворюють єдину систему, яка спирається на поняття про моменти кривої розподілу. При одновимірному статистичному аналізі географічних об'єктів, процесів і явищ часто використовуються *початкові, центральні і нормовані моменти*. Оцінки параметрів методом моментів не залежать від закону розподілу, а це в значній мірі спрощує їх практичне використання. Крім того, практично на всіх мовах програмування існують пакети програм для оцінки числових характеристик методом моментів на персональних комп'ютерах. Відзначимо також, що сукупність основних статистичних характеристик утворює статистичну модель вибірки. Ця статистична модель є в свою чергу певною оцінкою генеральної сукупності, яку представляє дана вибірка.

4. *Підбір теоретичної кривої розподілу.* Теоретичним розподілом називають розподіл ймовірностей. Він обирається для опису закону, якому підкоряється фактичний (емпіричний) розподіл. На основі теоретичних розподілів конструюються різні критерії, які використовуються потім для перевірки статистичних гіпотез.

Серед одномодальних кривих виділяють наступні головні типи: симетричні, несиметричні або асиметричні (помірно асиметричні, вкрай-асиметричні) і U-образні криві розподілу.

Знання форми теоретичної кривої для певного типу природних явищ може бути використане при вирішенні різних практичних задач. Тому при вивченні закономірностей розподілу прагнуть визначити тип кривої, встановити за емпіричними даними її параметри і розрахувати по знайденому рівнянні теоретичні частоти. Далі будують теоретичну криву і перевіряють, наскільки вона відповідає емпіричним частотам. За допомогою спеціальних статистичних показників або критеріїв перевіряють правильність висунутої гіпотези про тип кривої розподілу.

З великої кількості відомих законів розподілу у фізико-географічних дослідженнях досить поширеними є дискретні (біноміальний, Пуассона) і безперервні закони розподілу (нормальний, Шарлье і ін.).

Крім того, в деяких дослідженнях використовуються закони розподілу Пирсона, Стюдента, Фішера-Снедекора і ін.

5. *Аналіз однорідності рядів спостереження фізико-географічних показників.* Статистичний аналіз однорідності рядів спостережень включає наступні основні етапи дослідження: а) формулювання нульової і альтернативних гіпотез; б) визначення рівня значущості і довірчої ймовірності; в) вибір критичної області і області ухвалення (довірчий інтервал); г) обґрунтування і вибір статистичного критерію однорідності (згоди); д) встановлення числа ступенів свободи; е) бракування або визнання нульової гіпотези.

Припущення відсутності істотних відмінностей між параметрами розподілу порівнюваних рядів (або досліджуваного ряду і нормального закону розподілу) називають *нульовою гіпотезою*. *Альтернативні гіпотези* — це гіпотези протилежні нульовій (або конкуруючі з нею).

Під *рівнем значущості*, у вузькому значенні, розуміється ймовірність події, яку вирішено нехтувати в даній області дослідження (або в даному конкретному дослідженні). Найчастіше рівень значущості приймають рівним 5%, 1%, 0,1%.

Критичною областю називають сукупність значень критерію, при яких нульова гіпотеза відкидається. Сукупність значень критерію, при яких гіпотезу приймають, називають областю ухвалення.

Основний принцип перевірки статистичних гіпотез формулюється таким чином: якщо розраховане значення критерію належить критичній області, гіпотезу відкидають, якщо спостережуване значення критерію належить області ухвалення — гіпотезу приймають.

Під *критеріями згоди* розуміють спеціально сконструйовані показники для перевірки нульової гіпотези. Вони є об'єктивними оцінками близькості фактичних (емпіричних) розподілів до теоретичних і дозволяють відповісти на питання, чи викликані розбіжності між ними випадковими причинами, пов'язаними з недостатнім числом спостережень, або істотними причинами, тобто тим, що теоретичний розподіл погано відтворює фактичний.

Зараз для перевірки гіпотези про випадковість розбіжностей між частотами емпіричного і теоретичного розподілів користуються декількома статистичними критеріями. Серед них критерії згоди Романовського, Пирсона, Колмогорова, Ястремського і ін.

Під *числом ступенів свободи* розуміють кількість варіантів, які можуть приймати значення функціонально не пов'язані один з одним. Для згрупованого (варіаційного) ряду воно дорівнює числу класів (груп, градацій) мінус число обчислених при розрахунку теоретичного розподілу характеристик (середня, дисперсія, показники асиметрії, ексцесу тощо).

Бракування або визнання нульової гіпотези здійснюється таким чином: 1) вибирається рівень значущості; 2) визначається відповідна цьому рівню значущості критична область; 3) розраховується фактичне значення статистичного критерію; 4) якщо фактичне значення статистичного критерію потрапляє в критичну область, то нульова гі-

потеза відхиляється, а якщо в область допустимих значень, то гіпотеза приймається.

6. Складання аналітичного виразу (математичної моделі) емпіричного розподілу. В даному випадку розраховані емпіричні характеристики (середнє значення, стандарт, показники асиметрії, ексцесу та ін.) підставляють у таку теоретичну модель, яка найкращим чином характеризує експериментальні дані.

II. Статистичні методи дослідження залежностей

Кореляційний аналіз двох і більш змінних. Статистичні методи дослідження залежностей служать складовою частиною багатовимірного статистичного аналізу і мають за мету вирішення основної проблеми природознавства: як на підставі часткових результатів статистичного спостереження за аналізованими подіями або показниками виявити і описати існуючі між ними стохастичні взаємозв'язки.

Кінцева прикладна мета статистичного дослідження залежностей буває в основному трьох типів: 1) встановлення самого факту наявності статистично значущих зв'язків, а також дослідження структури цих зв'язків; 2) прогноз (відновлення) невідомих значень індивідуальних або середніх значень результуючого показника за заданими значеннями відповідних (предикторних) змінних; 3) виявлення причинних зв'язків між пояснюючими змінними і результуючими показниками, часткове управління значеннями результуючого показника шляхом регулювання величин пояснюючих змінних.

Весь процес статистичного дослідження залежностей може бути розбитий на сім послідовно реалізованих основних етапів, хронологічний характер зв'язків яких доповнюється зв'язками ітераційної взаємодії: етап 1 — постановочний; етап 2 — інформаційний; етап 3 — кореляційний аналіз; етап 4 — визначення класу допустимих рішень; етап 5 — аналіз мультиколінеарності передбачуваних змінних і відбір найбільш інформативних з них; етап 6 — обчислення оцінок невідомих параметрів, що входять в досліджуване рівняння статистичного зв'язку; етап 7 — аналіз точності одержаних рівнянь зв'язку.

Проведення власне кореляційного аналізу звичайно розбивається також на декілька основних етапів дослідження:

1. Етап оформлення експериментальних даних в табличній формі і попередній візуальний аналіз взаємозв'язку між змінними.

2. Етап графічного аналізу початкової географічної інформації або побудова графічної моделі зв'язку і ретельний її аналіз.

3. Етап встановлення (оцінка) тісноти взаємозв'язку між змінними (елементами ландшафту, компонентами природно-територіальних комплексів ПТК тощо).

4. Складання математичної моделі кореляційної залежності (аналітичні методи кореляції) шляхом підбору параметрів рівняння зв'язку різними способами.

5. Оцінка надійності (достовірності і значущості) показників тісноти зв'язку, а також всіх параметрів одержаних кореляційних залежностей.

Достовірність і значущість найчастіше встановлюється за допомогою критеріїв Стюдента, Фішера і ін.

Слід також відзначити, що зв'язки між природними процесами можуть бути розділені на три групи: *функціональні, кореляційні (статистичні), стохастичні*. Функціональними називаються такі взаємозв'язки, при яких залежності між процесами, що вивчаються, бувають настільки тісними, що, знаючи значення одного з процесів, можна вказати точне значення іншого. Проте в природі, де взаємодіють багато чинників (природні, антропогенні, космічні) вони зустрічаються дуже рідко.

Якщо точки, відповідні досліджуваним величинам, розташовуються в полі координат з розкидом, але між ними простежується залежність (прямолінійна або криволінійна), то такий зв'язок називається *кореляційним* або *статистичним*. Географи, як правило, мають справу із статистичними зв'язками, в яких певній величині одного показника може відповідати декілька значень іншого.

При проведенні кореляційного аналізу чинник, від якого залежить інший чинник прийнято називати екзогенним, а залежний — результативним. Екзогенні чинники іноді називають *предікторами*, а результативні — *предікантами*.

При вивченні кореляційних зв'язків виникає необхідність вирішувати два питання: про форму зв'язку і тісноту залежності. За формою кореляційний зв'язок буває лінійним і нелінійним (криволінійним), за напрямом — прямим і зворотнім, за величиною — від 0 до ± 1 , за кількістю корельованих ознак — парною і множинною.

На початку статистичного дослідження залежностей між змінними, дослідник повинен в першу чергу встановити сам факт наявності статистичних зв'язків і спробувати зміряти ступінь їх тісноти.

Зараз у якості основних вимірників ступеня тісноти зв'язку між предікторами і предікантами, вираженими кількісно в практиці статистичних досліджень найчастіше використовуються такі показники: лінійний коефіцієнт парної кореляції, рангові коефіцієнти кореляції Спірмена і Кендела, кореляційне відношення Пірсона, коефіцієнт Фехнера, індекс кореляції, бісеріальний коефіцієнт кореляції, часткові (парціальні), парні і множинні коефіцієнти кореляції, коефіцієнти детерміації і ін.

При визначенні тісноти зв'язку між якісними ознаками, що мають число градації 2, використовують тетрахоричний показник Пірсона та коефіцієнт асоціації Юла. Для оцінки ступеня тісноти зв'язку між якісними ознаками, що мають число градацій більше 2-ох, в географічних дослідженнях використовуються коефіцієнти взаємної зв'язаності або поліхоричні показники Пірсона та Чупрова.

Парні кореляційні характеристики дозволяють вимірювати ступінь тісноти статистичного зв'язку між парою змінних без урахування опосередкованого або сумісного впливу інших показників.

Частковий коефіцієнт кореляції дозволяє оцінити ступінь тісноти лінійного зв'язку між двома змінними, очищеної від опосередкованого впливу інших чинників.

Парні і часткові коефіцієнти кореляції є вимірниками ступеня тісноти зв'язку між двома змінними. В цьому випадку кореляційні характеристики можуть виявитися як позитивними (зв'язок прямий), так і негативними (зв'язок зворотний).

Вимірником ступеня тісноти зв'язку будь-якої форми є кореляційне відношення, для обчислення якого необхідно область значень предиктора розбити на інтервали (гіперпаралелепіпеди) групування.

Множинний (сукупний) коефіцієнт кореляції вимірює ступінь тісноти статистичного зв'язку будь-якої форми між результуючим показником, з одного боку, і сукупністю пояснюючих змінних — з іншого. Формально він визначений для будь-якої багатовимірної системи спостережень. Квадрат його величини (коефіцієнт детерміації) показує, яка частка дисперсії досліджуваного результуючого показника визначається (детермінується) сукупним впливом контрольованих нами (у вигляді функції регресії) пояснюючих змінних. Що залишилася "непоясненою" частка дисперсії результуючого показника визначає ту верхню межу точності, якої ми можемо добитися при відновленні (прогнозуванні, апроксимації) значення результуючого показника по заданих значеннях пояснюючих змінних.

Коефіцієнт множинної кореляції приймає значення від 0 до 1. Достовірність і значущість загального коефіцієнта кореляції (так як парних і частних коефіцієнтів) оцінюють за величиною критерія Стюдента при відомому числі ступенів свободи і прийнятому рівні значущості (наприклад, 5%). Достовірність і значущість коефіцієнта множинної детерміації оцінюється по критерію Фішера.

III. Інформаційно-логічний аналіз картографічної інформації

З математичних методів особливо перспективним і привабливим в даний час вважається інформаційно-логічний аналіз природних комплексів, об'єктів і процесів, в основі якого лежить інформаційна функція ентропія Шеннона.

Для математиків кількість інформації, яка передана від одного об'єкту до іншого, вимірюється кількістю усуненої невизначеності. Статистична теорія інформації займається вивченням ступеня невизначеності і зв'язку її з ймовірністю. Невизначеність або ентропія, одержує точний кількісний вираз у всіх випадках, коли можна назвати ймовірність з якою відбудеться очікувана подія.

Теорія інформації, розроблена для вирішення задач техніки зв'язку і машинної пам'яті, давно вже вийшла за рамки вказаних проблем і зараз активно застосовується в географічних дослідженнях. Наприклад, для оцінки однорідності, ступеня різноманітності, диференційованості, структурованості, взаємної відповідності та ін. Цьому сприяє ряд чудових властивостей, якими володіє інформаційна функція ентропія. Одиницями вимірювання ентропії можуть бути біти, ніти, Хартлі і ін. При практичних розрахунках звичайно використовують: 1) абсолютне значення ентропії або добуток інформаційної постійної на суму добутоків ймовірностей окремих подій на двійковий логарифм ймовірності;

2) максимальне значення ентропії, яке дорівнює двійковому логарифму кількості контурів (при фіксованому їх числі) на досліджуваній карті; 3) відносна ентропія або відношення абсолютної до максимально можливої ентропії і ін.

Важливо відзначити те, що інформаційна функція ентропія може бути обчислена для явищ, що мають абсолютні або відносні чисельні характеристики, а також при аналізі явищ, що не мають кількісної характеристики.

IV. Математичні методи районування території

Під фізико-географічним районуванням розуміється система територіального розподілу, яка заснована на виявленні супідрядних природних регіонів. Воно може здійснюватися за частковими ознаками (галузеве районування: геоморфологічне, кліматичне, ґрунтове, ботанічне і т. ін.) або по взаємозв'язаному комплексу ознак (комплексне фізико-географічне або ландшафтне районування).

При районуванні виявляють, вивчають і картографують об'єктивно існуючі комплекси, поєднання яких формує цілісну оболонку Землі.

Районування території з використанням математичних методів здійснюється поетапно в наступній послідовності.

1. Початковий (підготовчий) етап включає формулювання цілей і задач дослідження (математичного районування), встановлення масштабів районування, обґрунтування підходів, принципів і методів районування.

2. На наступному етапі здійснюється відбір початкових даних, які будуть покладені в основу районування. В якості ознак можуть виступати характеристики природно-територіальних комплексів, які повинні бути виражені числами.

3. Далі виділяються "операційно-територіальні одиниці" (ОТО) районування. Ними можуть бути елементарні басейни, ландшафти, геоморфологічні, ґрунтові, ботанічні ареали, адміністративні райони, квадрати або які-небудь інші контури території. При виборі ОТО дотримуються одного обмеження: кожний показник (критерій, ознака) районування повинний бути приблизно однаковим в межах виділених ОТО, щоб його можна було оцінити з позиції ознаки, що вивчається, однозначно (як точку).

4. Потім складається початкова матриця районування (база географічних даних), виконується перевірка на інформативність всіх відібраних показників за допомогою критерія Родіонова і здійснюється їх нормування. Для цієї мети зараз застосовують декілька способів нормування показників: 1) на основі використання стандартного нормованого перетворювача; 2) трансформацією ознак в прості оцінні бали; 3) шляхом виразу всіх показників в частках від одиниці або у відсотках; 4) шляхом заміни абсолютних значень ознак на емпіричну ймовірність появи їх в початкових рядах і ін.

Для об'єктивного обґрунтування районів, що виділяються, або класифікаційних груп в географії на даний час широко використовують-

ся такі прості математичні методи, які будуються на розчленовуванні об'єкту за доказом достовірності схожості або відмінності. Серед таких методів слід відзначити наступні: дисперсійний аналіз, метод зв'язаних балів, кластерний аналіз (з використанням "дистанційних коефіцієнтів"). Інша група методів заснована на використанні статистичних критеріїв: Пірсона, Стюдента, Фішера, Родіонова і ін. В окремих випадках районування може здійснюватися на основі кореляційного і регресійного аналізів з урахуванням тісноти зв'язку між змінними, залежними між собою на різних ділянках досліджуваної території (наприклад, з використанням карти ізокорелят).

В той же час об'єктивність будь-якого математичного методу не гарантує точної вказівки, де провести межі між виділеними ділянками. Це обумовлено тим, що в природних умовах не існує різкої (стрибоподібної) просторової зміни якісних або кількісних ознак. В цьому випадку звичайно виділяється перехідна смуга різної ширини. Проте на карті межа повинна бути лінією, яка чітко відокремлює ділянку виділеної території. Тому виділення границь ділянок (районів) є відповідальною і самостійною частиною географічної дослідницької роботи, яка спирається на об'єктивні дані дослідження і якість їх підготовки, а також суб'єктивне рішення самого дослідника.

Висновки

Основні питання, які висловлені в підручнику, опрацьовані на конкретних прикладах, узятих з різних наукових географічних дисциплін: ландшафтознавства, гідрометеорології, геоморфології, ґрунтознавства, ерозіознавства і ін.

В результаті вивчення матеріалу підручника студенти повинні познайомитися з різними поняттями, прийомами і методами дослідження природних комплексів, процесів і явищ із застосуванням математичних методів і математичного моделювання. Головними серед них є наступні:

1. Статистичні методи обробки, аналізу і узагальнення географічної інформації (плановий і випадковий відбір інформації; принципи рендомізації і репрезентативності).

2. Поняття про генеральну сукупність і вибірку, способи завдання функції і виразу закону розподілу географічних величин.

3. Поняття про закони розподілу географічних показників; властивості і особливості нормального закону розподілу; методичні аспекти угруповання даних для оцінки якісних і кількісних ознак.

4. Умови і принципи проведення кореляційного аналізу двох і більш зв'язаних між собою чинників навколишнього середовища, компонентів ландшафту.

5. Можливості застосування коефіцієнтів кореляції при картографічному аналізі. Складання карт ізокорелят.

6. Інформаційно-логічні методи і інформаційні поля при аналізі природних комплексів, процесів і явищ.

7. Основні принципи і підходи при фізико-географічному районуванні території з використанням методу зважених балів, Вроцлавської таксономії, статистичних критеріїв Стюдента, Фішера, Пірсона і ін.

8. Моделі і моделювання, їх значення в наукових фізико-географічних дослідженнях.

Проте, перш ніж застосовувати математичні методи для вирішення географічних задач, необхідно спочатку в думках на якісному рівні охарактеризувати об'єкт дослідження і залежно від поставленої задачі вибрати математичний спосіб її вирішення. Крім того, потрібно мати на увазі і те, що одна і та ж географічна задача може бути вирішена різними математичними способами. Тому студент повинен спробувати обґрунтувати той чи інший спосіб її вирішення.

Слід також відзначити, що позитивний ефект при використуванні математичних методів може бути досягнутий тільки в тому випадку, коли дослідник добре знає область і предмет географічної науки, володіє географічною логікою. Інакше бажаний ефект не буде досягнутий і все зведеться до математичного формалізму.

Н. И. Игошин

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
Одесский государственный экологический университет
ул. Дворянская, 2, 65026, Одесса, Украина

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ / Под ред. Проф. Е. Д. Гопченко,
проф. А. Г. Топчева Учебник. Практикум. — Одесса: Астропринт,
2005. — 468 с.**

Резюме

В учебнике изложены математические методы обработки географических данных: одномерный и многомерный методы статистического анализа, информационно-логический анализ природных процессов, методы математического районирования территорий. Расчитан на школьников, студентов, аспирантов, преподавателей и научных работников.

Ключевые слова: модель и моделирование, статистический анализ, закон распределения, критерий согласия, корреляция, энтропия, районирование.

Igoshyn N. I.

Mechnikov Odessa National University,
Odessa State Ecological University
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

**MATHEMATICAL METHODS AND MODELLING IN PHYSICAL
GEOGRAPHY/ Under ed. prof. Gopchenko E. D., prof. Topcheva A. G.
Textbook. Compendium. — Odessa: Astroprint, 2005. — 468 p.**

Summary

The mathematical methods of the geographical data processing are expounded in the textbook: univariate and multivariate methods of statistical analysis, info logical analysis of natural processes, methods of mathematical zoning of territories. This textbook is recommended to pupils, students, graduate students, teachers and research workers.

Keywords: model and modelling, statistical analysis, distribution law, fitting criterion, correlation, entropy, zoning of territories.