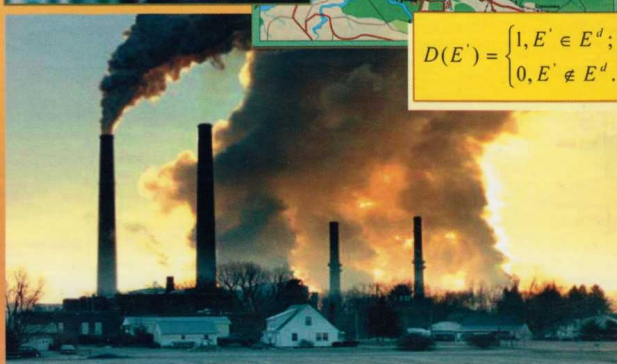


Запольський А.К., Войцицький А.П.,
Пількевич І.А., Малярчук П.М.,
Багмет А.П., Парфенюк Г.І.

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ



$$D(E') = \begin{cases} 1, E' \in E^d; \\ 0, E' \notin E^d. \end{cases}$$

*Присвячується 90-річчю
Житомирського національного
агроєкологічного університету*



1922 – 2012



МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

ПІДРУЧНИК

Том 2

За загальною редакцією професора Л.К. Запольського

Кам'янець-Подільський
ПП «Медобори-2006»
2012

УДК 504 75
ББК 28.081
М-77

Рецензенти:

Мальований М. С. - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімічної інженерії та промислової екології Національного університету "Львівська політехніка";

Данилко В. К. - доктор економічних наук, професор Житомирського державного технологічного університету;

Дідух М. І. - кандидат сільськогосподарських наук, доцент, директор НДІ регіональних проблем Житомирського національного агроекологічного університету

М-77 Моніторинг довкілля : підручник. – Том 2 / Запольський А. К., Войцицький А.П., Пількевич І.А., Малярчук П.М., Багмет А. П., Парфенюк Г. І. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006». – 360 с.

ISBN 978-966-1638-92-0

Підручник являє собою другий том "Моніторингу довкілля", в якому викладено вимірювання параметрів навколишнього середовища, моделювання та прогнозування стану довкілля, а також картографія в екології. Всі ці складові підручника є невід'ємною частиною екологічного моніторингу.

Підручник призначений для студентів і викладачів вищих навчальних закладів 3-4 рівня акредитації, а також для фахівців екологічного спрямування.

УДК 504.75
ББК 28.081

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Житомирського національного агроекологічного університету
(протокол № 7 від 07.07.2011 р.)*

ISBN 978-966-1638-92-0

© Запольський А. К., 2012
© Войцицький А. П., 2012
© Пількевич І. А., 2012
© Малярчук П. М., 2012
© Багмет А. П., 2012
© Парфенюк Г. І., 2012

АБРЕВІАТУРИ І СКОРОЧЕННЯ

ААС – атомно-абсорбційна спектрометрія
АБЕІ – автоматизований банк екологічної інформації
АЕСА – атомно-емісійний спектральний аналіз
АІС – автоматизована інформаційна система
АІСМЗР – автоматизована інформаційна система моніторингу земельних ресурсів
ВГТВ – вид господарського використання території
ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
ГДВ – гранично допустимий викид
ГДК – гранично допустима концентрація
ГДЕН – гранично допустиме екологічне навантаження
ГДР – гранично допустимий рівень
ГДС – гранично допустимий скид
ГЕС – гідравлічна електрична станція
ГІС – геоінформаційна система
ГХ – газова хроматографія
GAW – Global Atmosphere Watch
ДЛГО – державне лісгосподарське об'єднання
ЕДК – екологічно допустима концентрація
ЕДН – екологічно допустиме навантаження
ЕМП – електромагнітне поле
ЗВТ – засоби вимірювальної техніки
ІВА – інверсійна вольтамперометрія
ІЗА – індекс забруднення атмосфери
ІЗВ – індекс забруднення води
ІЗП – індуктивно-зв'язана плазма
КОЕН – координаційний орган екологічного нормування
КМЮ – коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння
ЛД – летальна доза
ЛПЗ – лімітуючий показник забрудненості
МАГАТЕ – Міжнародна Агенція з атомної енергетики
МКМ – математико-картографічне моделювання
МС – мас-спектрометрія
МНС – Міністерство надзвичайних ситуацій України
МОЗ – Міністерство охорони здоров'я України
МСОП – Міжнародний Союз охорони природи та природних ресурсів

НКАУ – національне космічне агентство України
НПС – навколишнє природне середовище
НС – навколишнє середовище
ОГД – об’єкт господарської діяльності
ООН – Організація Об’єднаних Націй
ОНПС – Охорона навколишнього природного середовища
ОФЗ – оптимальне функціональне зонування
ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні
ПЕД – потужність еквівалентної дози
ПАР – поверхнево-активні речовини
ПГДАН – показник гранично допустимого антропогенного навантаження
ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина
РВПР – раціональне використання природних ресурсів
РА – радіоімунохімічний аналіз
СЕМ – система екологічного моніторингу
СЕС – санітарно-епідеміологічна служба
СОЗ – стійкі органічні забруднювачі
ТДХ – тимчасово допустима концентрація
ФАР – фотосинтетично-активна радіація
ФВ – фізична величина
ХОП – хлорорганічні похідні
ЦКЕМ – центр комплексного екологічного моніторингу
ЧАЕС – Чорнобильська атомна електрична станція
ЮНЕСКО – Організація Об’єднаних Націй з питань освіти, науки і культури
ЯРМ – ядерний магнітний резонанс

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЕЛИЧИНИ Й ОДИНИЦІ МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ (СІ)

Активність радіонукліда:

1 Бк (бекерель) – 1 розпад/с

1 Кі (кюрі) = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк

Довжина – м (метр)

Еквівалентна доза опромінювання:

1 Зв (зіверт) – 100 бер (біологічний еквівалент рентгену)

Експозиційна доза (міра дії йонізуючого випромінювання):

1 Р (рентген) = 0,88 рад = $2,58 \cdot 10^{-4}$ кл/кг

Маса – кг (кілограм)

Час – с (секунда)

Тиск – Па (Паскаль)

Енергія, кількість теплоти – Дж (Джоуль)

Площа – м² (квадратний метр)

Поглинута доза випромінювання:

1 Гр (грей) = 1 Дж/кг = 100 рад

Об'ємність – м³ (метр кубічний)

Об'єм повітря – нм³ (нормативний кубічний метр)

Об'єм повітря – дм³ (л), м³ (кубічний дециметр, літр, кубічний метр)

Кількість речовини – моль(моль)

Термодинамічна температура Кельвіна – К (Кельвін)

Сила світла – кд (кандела)

Швидкість – м/с (метр в секунду)

Об'ємна швидкість – м³/с (кубічних метрів на секунду)

ГДВ – г/с (т /рік)

ГДС(г/год, т/рік)

Витрата води – м³/с (кубічних метрів за секунду)

Турбулентна дифузія – м²/с (квадратний метр в секунду)

Прискорення сили тяжіння – $9,81 \text{ м/с}^2$ (метр за секунду в квадраті)

Потужність дози опромінювання експозиційної, еквівалентної, поглинутої: 1 Зв/с = 100 Р/с = 100 бер/с

Рівень шумового забруднення – 1 Б (бел)

Освітленість – 1 лк (люкс)

ПЕРЕДМОВА

Збільшення антропогенного впливу на довкілля висуває на передній план загальнодержавні екологічні проблеми, на фоні яких визначаються прогнози регіональних і локальних екологічних ситуацій та здійснюється управління охороною навколишнього середовища й раціональним використанням природних ресурсів.

Важливим елементом управління є прийняття обґрунтованих та своєчасних рішень, особливо в питаннях екологічної безпеки. Такі рішення базуються на детальному аналізі об'єкта управління та прогнозуванні його стану під дією впливів зовнішнього та внутрішнього походження.

Для проведення такого роду досліджень використовують наукові методології, провідне місце в яких займають: методи вимірювання параметрів навколишнього середовища, математичне та імітаційне моделювання стану довкілля з відповідними метрологічними аспектами репрезентативності й картографічним поданням інформації про стан складових довкілля.

Довгострокова стратегія охорони та збереження природи, що розроблена за ініціативою вчених всього світу та підтримана в ООН, потребує рішучого переходу від пасивної реєстрації нищівних наслідків численних екологічних порушень та частих катастроф до їхнього своєчасного попередження і запобігання.

У Міністерстві з надзвичайних ситуацій України прийнята міжнародна програма спільних дій, яка передбачає створення системи надійного та широкомасштабного моніторингу навколишнього природного середовища.

Оцінка стану та прогноз зміни геологічного середовища мають досить важливе народногосподарське значення для виявлення загрози порушення екологічної рівноваги в природі.

Моделювання є одним з основних методів сучасної екології (Klekowski, Menshutkin, 2003). На сьогодні відчувається досить велика потреба в розвитку комп'ютерного моделювання. Адже важко не зауважити, що в минулому, на жаль, досить часто дослідження в екології починалися від збирання матеріалів та інформацій на вибраних площах і їхня суть зводилась до вимірювання всього, що було можливе, найчастіше відповідно до спеціальностей виконавців. Часто в таких

проектах (грантах) додавалось модне твердження, що зібрані матеріали дають змогу збудувати комп'ютерну модель досліджуваного об'єкта або процесу. Хоча знані нам приклади нічого подібного не давали можливості зробити і були далекими від справжніх наукових комп'ютерних моделей.

Прогнозування за останні десятиріччя набуло безпрецедентних масштабів і стало відігравати важливу роль в процесах управління охороною навколишнього середовища. Моделювання природних процесів і явищ – це один з головних способів дослідження переносу і перетворення енергії та речовини між організмами або їх популяціями, що відрізняються максимальною глибиною абстрагування і здатністю достовірного відображення найскладніших форм взаємовідносин між ними.

Реалізація принципів екологічного прогнозування часто ускладнюється через невірну побудову прогнозних моделей і інтерпретації отриманих за їх допомогою результатів, а також отримання недостовірної вихідної екологічної інформації.

Вирішення цих складних завдань потребує кваліфікованих спеціалістів в сфері екологічної безпеки, які володіють знаннями про екосистему, процеси взаємодії та явища в природі, а також мають навички моделювання, прогнозування та екологічного картографування з основами ГІС-технологій.

ВСТУП

У підручнику (“Моніторинг довкілля”, Том 2) викладені теоретичні та практичні аспекти вимірювання параметрів навколишнього середовища, моделювання й прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля та екологічного картографування.

Основу підручника складають основні фундаментальні дисципліни, що читаються студентам-екологам: «Моніторинг довкілля», «Моделювання та прогнозування стану об’єктів довкілля», «Картографія в екології». Всі перераховані дисципліни складають логічну і цілісну основу власне фундаментальної екологічної дисципліни «Моніторинг довкілля». Це дозволяє системно вивчити весь курс і оволодіти в повній мірі методологією здійснення моніторингу навколишнього природного середовища.

Автори дякують рецензентам: доктору технічних наук, професору, завідувачу кафедри хімічної інженерії та промислової екології Національного університету «Львівська політехніка» Мальваному М.С., доктору економічних наук, професору Житомирського державного технологічного університету Данилку В.К. та кандидату сільськогосподарських наук, доценту, директору НДІ регіональних проблем Житомирського національного агроекологічного університету Дідух М.І., за слушні зауваження та поради, спрямовані на поліпшення підручника.

Частина 3

КАРТОГРАФІЯ В ЕКОЛОГІЇ



**Розділ 9. КАРТОГРАФІЧНИЙ ТВІР ТА МОДЕЛЬНІ
ВЛАСТИВОСТІ КАРТ**

Розділ 10. ЗМІСТ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

**Розділ 11. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОГО
КАРТОГРАФУВАННЯ**

**Розділ 12. ПРОЕКТУВАННЯ, СКЛАДАННЯ
ТА ВИДАННЯ КАРТ**

Розділ 9

КАРТОГРАФІЧНИЙ ТВІР ТА МОДЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ КАРТ

9.1. Картографія та картографічні твори

Картографія – це галузь науки, техніки і виробництва, що охоплює вивчення, створення та використання картографічних творів. Предметом картографії є об'єкти природи і суспільства, їх властивості, взаємозв'язки, зміни у просторі і часі. Саме відображення змін об'єктів в просторі (або просторових відношень об'єктів) відрізняє картографію від інших наук, що вивчають ті ж об'єкти (біології, фізики, історії та ін.). Об'єктом можуть бути місцеві предмети (будь-які конкретні матеріальні утворення реального світу, що сприймаються органами чуття людини), їх стан, ситуація, зумовлена певними обставинами чи умовами, явища (будь-які вияви змін, перетворень та ін.), що відбуваються в навколишньому середовищі.

Картографія має свої методи вирішення наукових і практичних завдань – це картографічне моделювання і картографічний метод дослідження, за допомогою яких створюють картографічні моделі, розробляють прийоми їх аналізу, застосування та перетворення з метою вивчення реального світу і набуття нових знань. Невід'ємною складовою сутності будь-якої науки є отримані нею знання та способи їх подання. Картографія фіксує знання шляхом створення картографічних моделей, основним видом яких є карта. За методом проведення картографічних робіт розрізняють картографію наземну, аерокосмічну та підводну.

Зв'язки картографії з іншими науками збагачують її, сприяють взаємному використанню здобутих теоретичних і практичних знань для розвитку кожної з наук, виникненню нових розділів та галузей, становленню нових наукових напрямків тощо. Картографія має плідні зв'язки з географією і науками про Землю, які формують знання про природу та її компоненти, котрі знаходять своє відображення на картах.

Картографія, використовує також здобутки соціально-економічних наук: економіки, соціології, демографії, історії, етнографії, археології, екології тощо. Взаємозв'язки з іншими науками є підґрунтям для формування нових галузей тематичного

картографування, розробки нових видів і типів карт, принципів картографування, методів та прийомів використання карт.

Картографія тісно пов'язана з математичними науками, які вона залучає для обґрунтування картографічних проєкцій (математичного способу зображення складної поверхні Землі на площині), системи координат для визначення положення об'єктів картографування. Різні галузі математики використовуються при розробці методів застосування карт, математико-картографічного моделювання, автоматизації картографічних процесів.

Зв'язок картографії з геодезією ґрунтується на використанні нею даних про фігуру Землі, її гравітаційного і магнітного поля, системи координат, вимірювання ліній та кутів на поверхні Землі і над нею. Ці дані використовуються для математичного обґрунтування картографічних зображень.

Основу всього розмаїття карт складають топографічні карти, створенням яких займається топографія. Сучасна картографія разом з топографією та науками про природу і суспільство широко використовує дані аеро- та космічних знімачів, що створює умови для появи карт нового типу. Новітня техніка дозволяє створювати нові напрямки картографії, такі, як цифрове картографування, формування картографічних банків даних про реальний світ. Географічні інформаційні системи і банки просторово-координатних даних і знань стали поштовхом для становлення геоінформаційного картографування.

Сполучення картографії з технічною графікою (комп'ютерною) і мистецтвом, урахування основних положень естетики та художнього конструювання (комп'ютерного дизайну) забезпечують гармонійне поєднання художніх і функціональних властивостей картографічних творів.

Карта – це зменшене, побудоване в картографічній проєкції, узагальнене і виконане в певній системі умовних позначень зображення поверхні Землі з розміщеними або спроектованими на них об'єктами реальної дійсності. Основною відзнакою карти є картографічне зображення. Зображення виконується за допомогою певних графічних або інших засобів - умовних позначень, або знаків, якими передають просторове-координатне розміщення конкретних об'єктів, їх якісні та кількісні відмінності.

Основні властивості картографічного зображення базу-

ються на тому, що:

- карта є математично обґрунтованим зображенням. Саме за математичними законами розраховується ступінь зменшення розмірів реальних об'єктів при переході до картографічного зображення. Математичне обґрунтування мають картографічні проєкції, за якими на картах подають просторове розміщення дво- і тривимірних об'єктів реального світу;

- карта подає узагальнену картину дійсності або її складових. Процес відбору та узагальнення об'єктів, що зображуються на карті, називається картографічною генералізацією. Її здійснюють з урахуванням того, що зображуватиметься на конкретній карті, які риси та характерні ознаки зображуваного явища слід зберегти і виділити відповідно до призначення даної карти, її тематики тощо;

- для створення картографічного зображення використовують картографічні умовні знаки (позначення).

Таким чином, *карта є плоскою просторовою, математично визначеною, генералізованою, образно-знаковою моделлю реального світу* (окремих його частин чи сторін). Картографічна модель, як і інші моделі, будується за загальнонауковими принципами схожості, аналогії, системності, абстрагування, аналізу й синтезу, конкретизації тощо. В ній реалізуються також принципи математичного моделювання – формалізації, кодування та символізації, апроксимування, алгоритмізації процесів створення карти.

З цих позицій розробка математичного обґрунтування карти є:

- математичною формалізацією (заміною змістових тверджень відповідними їм формулами);

- застосування на картах умовних знаків – картографічною символізацією (використанням для формування картографічного зображення умовних знаків-символів);

- картографічна генералізація – абстрагуванням (переходом від індивідуальних рис об'єкта до типових, найзагальніших), апроксимацією (наближеним зображенням) тощо.

Карті, як моделі об'єктів реального світу, притаманні такі властивості: просторово-координатна та часова подібність картографічного зображення і реальних об'єктів, змістова відповід-

ність, абстрактність, вибірність, синтетичність, метричність, однозначність, безперервність, наочність, читаність, оглядовість, висока інформативність.

Картографічний твір – це твір, основною частиною якого є картографічне зображення. Такі твори розрізняють за особливостями відображення на них об'єктів реального світу, за формою та іншими ознаками. Серед них є двовимірні (традиційна карта, фотокарта, карта на мікрофліші, карта-транспарант тощо) і тривимірні (рельєфна карта, блок-діаграма тощо). З впровадженням комп'ютерних технологій з'явилися нові види творів, як цифрові карти, цифрові моделі рельєфу. Окремий вид картографічних творів складають атласи, серії карт. Головним видом картографічного твору є карта.

Всі картографічні твори є різної складності моделі певних частин реального світу. Найвищим рівнем картографічного моделювання є атласи і серії карт. Сукупність складових цих творів забезпечує різнобічну характеристику об'єкта зображення з урахуванням його особливостей.

9.2. Класифікація картографічних творів та елементи карт

Ознаки, за якими підрозділяють картографічні твори, різні. Первісною є класифікація за формою (карти, атласи, глобуси тощо), з подальшим розчленуванням на складові в межах кожної групи. Всі існуючі карти поділяють на три класи: карти географічні, або карти Землі, карти планет або карти інших небесних тіл, і карти астрономічні, або карти зоряного неба.

Основними ознаками, за якими класифікують географічні карти, є тематика, розмір поданої території, масштаб та призначення. За тематикою (змістом) географічні карти поділяють на загальногеографічні і тематичні. Кожний з цих видів карт може бути підданий подальшому (внутрішньому) поділу за прийнятною ознакою.

За розміром зображеної на картах території виділяють карти: світу (тобто всієї поверхні Землі), півкуль, суші, Світового океану. За масштабом розрізняють карти: великомасштабні (1:100 000 і більше), середньомасштабні (від 1:200 000 до 1:1000000 включно), дрібномасштабні (дрібніші за 1:1 000 000).

Серед загальногеографічних карт такому поділу відпові-

дають карти топографічні, оглядово-топографічні й оглядові.

За призначенням карти поділяють на: науково-довідкові, навчальні, навігаційні, кадастрові, шляхові, оперативні, проектні, пропагандистські, туристські та ін.

За широтою теми карти підрозділяють на загальні (з різнобічною характеристикою об'єкта) і окремі, або галузеві (вони висвітлюють певний бік об'єкта, зображеного на загальній карті).

За методом наукового дослідження об'єктів картографування розрізняють аналітичні та синтетичні карти. Окремий тип складають комплексні карти, на яких відображено декілька властивостей об'єкту або взаємопов'язаних об'єктів, але окремо, кожний у своїх показниках. За ступенем об'єктивності (достовірності) змісту виділяють такі типи карт: документальні, або карти-спостереження на яких зафіксовані дані безпосередніх обстежень об'єкта картографування; карти-висновки; гіпотетичні карти; тенденційні карти; фальсифіковані карти зі свідомо спотвореною дійсністю. За практичною направленістю розрізняють карти: інвентаризаційні (констатаційні); оцінні; рекомендаційні; прогнозні.

Географічні карти поділяють також на одноаркушеві і багатоаркушеві. Одноаркушеві карти бувають великоформатні і карти малого формату. За способом користування розрізняють карти настільні (їх розглядають зблизька) і настінні (їх розглядають на відстані). В окрему групу виділяють текстові карти, вміщені в книжках, часописах, газетах тощо. За оформленням карти – однокольорові і багатокольорові.

За способом виготовлення карти можуть бути рукописними (створеними вручну) і друкованими (виданими поліграфічним способом).

Складовими елементами карти є картографічне зображення, математична основа, легенда, допоміжне оснащення, додаткові дані (рис. 9.1).

Картографічне зображення – основний елемент будь-якої карти. Застосовані умовні знаки передають зміст карти, тобто сукупність інформації про зображені на карті об'єкти, їхнє розміщення, властивості, взаємозв'язки тощо. Елементами змісту є групи об'єктів, які розрізняються за притаманними їм ознаками (рельєф, гідрографія, населені пункти тощо).



Рис. 9.1. Схема основних елементів карти

Математична основа відбиває математичні закони побудови картографічного зображення та його геометричні властивості. Її складовою є картографічна проекція. Картографічна проекція встановлює функціональну залежність між координатами точок поверхні земного еліпсоїда та його зображення на площині (іншій поверхні). Елементами математичної основи є також геодезична основа і масштаб. Геодезична основа – це сукупність геодезичних даних, необхідних для створення карт. До них належать розміри земного еліпсоїда, система координат, опорна геодезична мережа. Масштаб карти відбиває ступінь зменшення лінійних розмірів земного еліпсоїда або кулі при зображенні їх на карті.

Легенда карти – систематизоване зведення умовних знаків і текстових пояснень до них, які використані на ній та розкривають зміст карти. Легенда відображає застосовані показники об'єктів, ступінь узагальнення поданих на карті відомостей. Послідовність розміщення умовних знаків у легенді, їхнє підпорядкування, підбір зображувальних засобів відповідають існуючим науковим класифікаціям об'єктів картографування і правилам, за якими розміщують елементи легенди.

Допоміжне оснащення – це елементи карти, які полегшують користування нею: формальні відомості про карту (назва карти, дані про авторів, час створення, назва видавництва, місце і рік видання тощо), картометричні графіки (лінійний масштаб, шкала крутості схилів та ін.), лінії координатної сітки. Елемен-

том оснащення може бути рамка – лінія, що обмежує картографічне зображення або карту в цілому. Деякі елементи оснащення суміщають з картографічним зображенням, інші – розташовують на вільних від зображення місцях.

Додаткові дані карти – це елементи, які тематично пов'язані з її змістом, доповнюють або пояснюють його, збагачуючи в тому чи іншому відношенні основне картографічне зображення (профілі, розрізи, графіки, діаграми, фотознімки, рисунки, пояснювальні тексти тощо). На тематичних картах (особливо в атласах) рамки може не бути. В цьому разі компоновання здійснюється в межах усього аркуша. Всі елементи карти об'єднують їх компонованням.

Компоновання карт складається з визначення меж території картографування та розміщення її відносно рамки карти, а також із розташування на карті її назви, легенди, додаткових та інших даних. Задачі компоновання по-різному вирішують для загально-географічних і тематичних карт.

9.3. Математична та геодезична основи картографічних творів

Математична основа картографічних творів визначає особливості відображення геометричних параметрів об'єктів реального світу, якими є довжина, ширина, площа, обриси (форма) їх чи зайнятої ними площі, а також відстань між об'єктами, напрямки від одного до другого, кути, що утворюють між собою певні напрямки чи лінійні елементи обрисів об'єктів тощо. Саме математична основа карт забезпечує однозначність і безперервність зображення, його метричність.

Поверхня земного еліпсоїда та кулі на площині не розгортається. Тому під час створення плоского зображення сфероїдальної поверхні, криволінійної по всіх напрямках, не можна уникнути тих або інших спотворень. Спотворення картографічних зображень розуміють як зміну геометричних ознак об'єктів чи ділянок поверхні щодо їхніх дійсних значень. Характер та величина спотворень визначаються математичною основою картографічного твору.

Особливості математичної основи виявляються через зображення координатної сітки, за якою визначають положення об'єктів. На картах ця сітка відбиває характерні риси картогра-

фічної проекції і має назву картографічної сітки. На глобусах її називають географічною сіткою. Картографічна та географічна сітка утворюються меридіанами і паралелями.

До елементів геодезичної основи відноситься форма і розміри земного еліпсоїда, прийнята система координат для визначення положення географічних об'єктів, опорна геодезична мережа.

Більшість топографічних карт в Україні виготовляються за земним еліпсоїдом Ф.М. Красовського. Його розміри:

- довжина великої напіввісі (a), розташованої в площині екватора, становить 6 378 245 м;
- довжина малої напіввісі (b), яка збігається з віссю обертання Землі, становить 6 356 863 м;
- полярне стиснення ($\alpha = (a - b)/a$) становить 1/298,3.

За певних умов еліпсоїд замінюють кулею, площа поверхні якої дорівнює площі поверхні земного еліпсоїда. Радіус такої кулі становить 6371,1 км. Іноді його величину заокруглюють до 6370 або 6400 км, якщо це задовольняє вимогам до картографічного твору.

Положення географічних об'єктів або точок на поверхні земного еліпсоїда (кулі) визначають у системі географічних координат за широтою B і довготою L . Застосовують також систему прямокутних координат, в якій положення точок визначають абсциса x і ордината y . Створення картографічного зображення починають з нанесення на папір за певною системою координат точок опорної геодезичної мережі (геодезична основа карт).

Масштаб картографічного зображення визначає ступінь зменшення дійсних розмірів об'єктів реального світу на картографічних творах. Прийняті форми масштабу указуються на карті. Чисельний масштаб подається у вигляді дробу з одиницею в чисельнику та числом в знаменнику, яке відповідає ступеню зменшення об'єкта картографування (1:25 000 або 1:200 000, що означає зменшення об'єкта у 25000 або 200000 разів). Іменованний масштаб вказує довжину лінії на місцевості, яка відповідає одиниці довжини на карті (подається написом "в 1 сантиметрі 250 метрів" або "в 1 сантиметрі 2 кілометри"). Лінійний масштаб є графічною побудовою, яка спрощує визначення відстаней між певними об'єктами або їхніх розмірів.

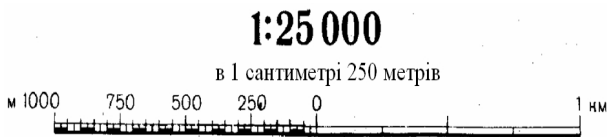


Рис. 9.2. Відображення масштабу на топографічній карті (чисельний, іменований та лінійний масштаб)

Картографічна проекція – є математично визначеним відображенням поверхні земного еліпсоїда або кулі на площині. Особливості картографічної проекції (або проекції) визначають зовнішній вигляд картографічної сітки. За рисунком паралелі і меридіани сітки можуть бути прямолінійними або криволінійними, перетинатися під різними кутами тощо. Рисунок сітки обумовлюється обраною функціональною залежністю між координатами точок на земному еліпсоїді (які визначаються переважно в системі географічних координат з градусною мірою відліку) та їхнім положенням на карті (для цього частіше обирається система прямокутних координат з метричною мірою відліку). Кількість можливих функціональних залежностей, а отже і проєкцій необмежена. В загальному вигляді цю залежність виражають рівняннями картографічних проєкцій:

$$x = f_1(B, L), \quad y = f_2(B, L), \quad (9.1)$$

де x та y – прямокутні координати точки, яка зображується; B та L – географічні (геодезичні) координати цієї точки.

За цими рівняннями визначають прямокутні координати перетину меридіанів і паралелей сітки, які називають вузловими точками. В загальному випадку всім картографічним проєкціям, а отже й усім картам властиві спотворення довжин, площ, кутів та форм об'єктів. Наявність спотворень веде до того, що масштаб карти буде величиною змінною. Наявність спотворень на картах можна виявити за картографічною сіткою. Різна довжина відрізків свідчить про наявність таких спотворень (рис. 9.3). Всі види спотворень зв'язані між собою. Тому зміна одного з них веде до зміни інших. В теоретичному відношенні проєкцій без спотворень не існує, але є такі проєкції, спотворення в яких не відчуються під час практичного використання карт.

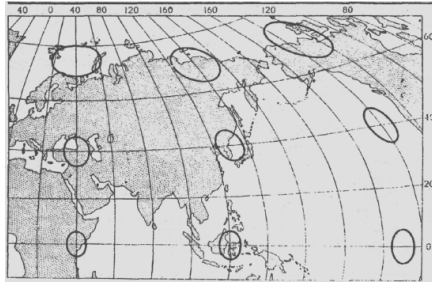


Рис. 9.3. Еліпси спотворень на карті світу

Координатною сіткою називають сітку, за допомогою якої визначають координати (місцезолження) об'єктів на карті. Така сітка дозволяє також наносити на карту нові об'єкти, якщо відомі їхні координати, визначати напрямки щодо сторін світу тощо. До координатної сітки відносяться картографічна сітка та сітка прямокутних координат. Картографічна сітка є основною для дрібномасштабних карт. На таких картах вона є засобом для загального географічного орієнтування, конкретизації (прив'язки) результатів вивчення природних і суспільних явищ, встановлення різниці в часі тощо. Сітка прямокутних координат, або прямокутна сітка, полегшує розв'язання багатьох завдань завдяки простоті її побудови.

Відлік елементів картографічної сітки прийнято вести: паралелей від екватора за широтою (північною і південною від 0° до 90°); меридіанів від початкового меридіана за довготою (східною і західною від 0° до 180°). За міжнародною угодою 1884 р. початковим вважають Гринвіцький меридіан.

Рамка карти – це лінія, яка окреслює подану на карті територію. Рамка карти часто виконує також допоміжну функцію, забезпечуючи розв'язання задач, пов'язаних з визначенням координат об'єктів на карті. Відповідно до функціонального значення в складній рамці розрізняють: внутрішню рамку, яка окреслює картографічне зображення; градусну (мінутну) рамку, на якій подають виходи паралелей і меридіанів картографічної сітки; зовнішню рамку (рамка оформлення) - завершальний елемент загальної рамки. Складну рамку, як правило, наносять на топографічних картах.

Орієнтування картографічного зображення – це розмі-

щення на карті сторін світу відносно її рамки. Орієнтують карту і зображену на ній територію за картографічною сіткою (рис.9.4). При цьому враховують, що на сучасних картах північний напрямок пов'язаний із верхньою стороною рамки (обрізом аркуша). Напрямок північ-південь задають меридіани, а захід-схід паралелі. Іноді звичне орієнтування карти змінюють, щоб краще використати площу аркуша, збільшити масштаб зображення тощо.

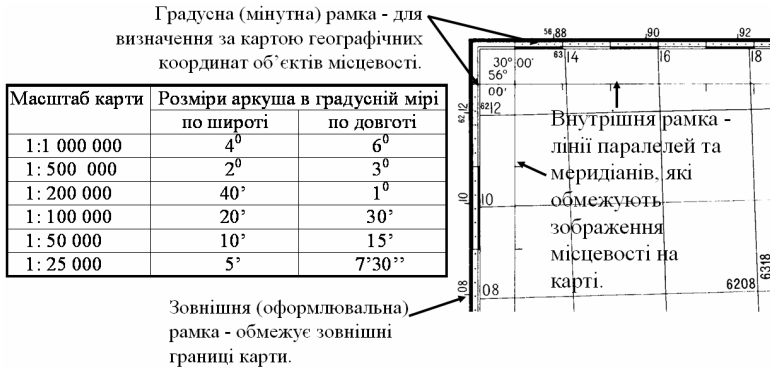


Рис. 9.4. Розташування рамок топографічної карти

? Контрольні запитання і вправи для самоперевірки:

1. Поняття картографія. Предмет картографії.
2. У чому полягають зв'язки картографії з іншими науками?
3. Які основні властивості картографічного зображення?
4. Які властивості притаманні карті як моделі об'єктів реального світу?
5. Що розуміється під просторово-часовою подібністю картографічного зображення і об'єктів реального світу?
6. Що уявляє собою картографічний твір?
7. На яких засадах здійснюється класифікація картографічних творів?
8. Що є складовими елементами карти?

10. Що відноситься до математичної основи побудови картографічного зображення?
10. З чого складається компонування карт?
11. Які основні види масштабів карти та їх сутність?
12. Що являє собою картографічна проекція та орієнтування картографічного зображення ?
13. За топографічною картою визначити вид вказаного масштабу.
14. За географічною картою вказати її складові елементи.
15. За географічною картою визначити проекцію, в якій вона виготовлена.

Література для самопідготовки

Основна:

1. Моніторинг довкілля : підручник. : Том. 2. / Запольський А. К., Войцицький А. П., Пількевич І. А., Малярчук П. М., Багмет А. П., Парфенюк Г. І. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006». – 360 с.
2. Топографія з основами геодезії. / Під ред. А.П. Божок. – Київ: Вища школа, 1995. – 280 с.
3. Багмет А.П. Екологічне картографування та основи ГІС-технологій. Навч. посібник/ А.П. Багмет, С.Г. Герасимов, О.В. Пшоняк.– Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2010.– 256 с.

Додаткова:

1. Україна. Природне середовище і людина. Серія карт 1:6000 000. – Київ, 1993.
2. Умовні знаки для топографічних карт масштабів 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000. Затверджено наказом Мінікоресурсів України від 2002 р. №330.
3. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500. Затверджено наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 2001 р., № 295.
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Эллипсоид-Красовского>.

Розділ 10

ЗМІСТ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

10.1. Зміст карти та його елементи

Зміст карти – це сукупність зображених на ній об'єктів і відомостей про них, залежить від призначення карти та теми, що на ній розкривається. Він складається з окремих географічних елементів, якими є об'єкти чи однорідні групи об'єктів з притаманними тільки їм ознаками і властивостями (рельєф земної поверхні, води, населені пункти, рослинний покрив, промислові об'єкти тощо).

Подані на карті об'єкти, або об'єкти картографування, різноманітні за рівнем організації, кількістю складових і структурою тощо. Об'єкти можуть бути конкретними і реальними (будинок, підприємство, населений пункт, річка тощо), абстрактними (густота населення, водозабезпеченість міст і т.п.), передбачуваними (запроектована система зрошення, прогнозована екологічно небезпечна ділянка місцевості тощо).

Елементами змісту можуть бути об'єкти, що сприймаються зором. За характером поширення об'єкту на поверхні, що картографується, розрізняють об'єкти: точкової локалізації, або точкові (труба заводу, населений пункт), лінійної локалізації, або лінійні (річка, шляхи сполучення) та локалізовані на площі (населений пункт, озеро, лісовий масив, район). Кожен об'єкт чи група їх має відмінні ознаки, за якими можна розрізнити, поділити або об'єднати, виявити якісні чи кількісні особливості тощо.

Ознаки, за якими на карті подається об'єкт картографування чи його складові, називають показниками картографування (спрощено показниками). Ці показники бувають кількісними (висота точок, ширина річок, густота населення) і якісними (типи ґрунтів, галузі виробництва). Кількісні показники у свою чергу ділять на абсолютні, отримані під час вимірів (їх можна виразити в одиницях виміру – метрах, штуках, екземплярах тощо), і відносні, отримані в результаті певних обчислень (кількості чоловік на одиницю площі; підрахування відсотків цілого тощо). Серед них є індивідуальні для кожного окремого об'єкта, сумарні, що об'єднують однорідні показники кількох об'єктів і

структурні, що відображають поділ об'єкта на частини за певними ознаками. Якісні і кількісні показники бувають аналітичними, або елементарними, тобто такими, що отримані під час безпосереднього ознайомлення з певним об'єктом (наприклад, для повітря – це температура, тиск; для певної території – площа, дзеркало та ін.), і синтетичними, або узагальнювальними, визначеними за кількома параметрами (їх враховують, наприклад, при районуванні території за економічним розвитком, природними особливостями). Показники бувають порівнянні (в однакових одиницях вимірювання) та непорівнянні. Розрізняють також моментні показники та інтервальні. Крім того, є прямі і непрямі, основні і додаткові тощо. Об'єкт картографування може мати кілька показників, кожен з яких характеризує його з тієї чи іншої точки зору (табл. 10.1). Проте для певної карти відбирають лише ті показники, котрі відповідають її призначенню та тематиці.

Таблиця 10.1.

**Приклад різнобічності показників об'єкта
Картографування (населення)**

Н а с е л е н н я	
Вид	Показник
Якісний	національність міське або сільське населення
Кількісний: абсолютний відносний індивідуальний сумарний	чисельність жителів у населених пунктах густота населення у населених пунктах чисельність працюючих чисельність працюючих по населених пунктах
Структурний	склад населення за національністю в населених пунктах, районах тощо

Зображені на карті об'єкти, до яких відносять ті чи інші показники, називають одиницями картографування. Ними можуть бути: підприємство, культурний заклад чи якась інша установа, населений пункт, господарство, район, область, країна, басейн, зона, пояс тощо. Одиниці картографування насамперед відрізняються територіальним поширенням.

Картографічні умовні знаки і зображувальні засоби – це основний елемент карти. Картографічні умовні знаки (умовні знаки) – це система графічних, літерних, цифрових та кольорових позначень, за допомогою яких позначаються на картах різні об’єкти, їхні якісні та кількісні відмінності. Графічний символ стає умовним знаком лише тоді, коли йому надають певного змістового значення.

Картографічні умовні знаки є особливою штучною мовою карт, яка дозволяє не тільки передати певні відомості про об’єкти картографування, а й показати просторове розміщення їх. Графічний символ формується різними зображувальними (графічними) засобами.

Найпростіші з них – точки, лінії, штрихи, колір. З них складаються графічні символи, різні за складністю рисунка та особливостями використання (рис. 10.1):



Рис. 10.1. Зображувальні засоби:

а – точкові (знакові); *б* – лінійні; *в* – заповнювальні;
з – літерні і цифрові

- *точкові (знакові)* – фігурні або геометричні знаки компактної форми, ширина й довжина яких однакові або відрізняються незначно; їх використовують для зображення на карті об’єктів точкової локалізації. За таким знаком можна визначати місце розташування об’єкту;

- *лінійні* – графічні символи витягнуті завдовжки, з відносно малою товщиною. Серед них розрізняють лінії, стрічки, смуги, стрілки (вектори); ними зображують на карті об’єкти лінійної локалізації. За таким знаком можна визначати довжину об’єкту;

- *площинні (заповнювальні)* – використовують для виділення на карті значних за площею територій або їхніх частин. За таким знаком можна визначити площу об'єкту.

Графічні символи тієї чи іншої групи можуть розрізнятися за формою, розміром, структурою, орієнтуванням.

До основних вимог, яким повинні відповідати умовні знаки, відносяться: кожний знак на карті має тільки одне значення; однорідні групи об'єктів подаються однотипними позначками, а внутрішньогрупові відмінності – додатковими до основного знака елементами.

Для зручності користування умовні знаки класифікують за певними ознаками: позамасштабні, лінійні та масштабні знаки. Ці групи умовних знаків передають перш за все розташування об'єктів з можливою для карт певного масштабу точністю.

Позамасштабні умовні знаки використовують для зображення на карті об'єктів, площа яких не виявляється в масштабі відтворення, або погано сприймається оком внаслідок малих розмірів. Це точкові за характером розміщення об'єкти. Позамасштабні знаки застосовують також тоді, коли площа, яку займають об'єкти, та її обриси не беруться до уваги. Зображувальними засобами для таких умовних знаків найчастіше є значкові графічні символи, а також літерні. Центр позамасштабного знаку відповідає центру об'єкту на місцевості.

Лінійні умовні знаки застосовують для відображення об'єктів лінійного характеру, тобто локалізованих на лініях. Часто ширина цих об'єктів не може бути подана в масштабі карти. Тому вона дещо перебільшується відносно їхньої дійсної величини. Для таких знаків використовують лінійні графічні засоби. Середина лінійного умовного знаку відповідає середині об'єкту на місцевості.

Масштабні (площинні, полігонні) умовні знаки використовуються для об'єктів, площа яких відтворюється в масштабі карти, добре передають розміри, особливості меж окреслення (контури), інші просторові відмінності об'єктів.

Літерні та цифрові умовні знаки – у вигляді однієї чи кількох літер, цілих або скорочених слів, чисел для позначення різних характеристик об'єктів.

Колір бере участь у формуванні графічних символів усіх груп. Він має такі характеристики: кольоровий тон, насиченість

тону, світлість тону. В Україні встановлена шкала кольорів фарб, які застосовуються для друкування карт різних масштабів (назва фарби та її номер; колір фарби; назва категорії об'єктів для яких застосовується; параметри кольору в палітрі СМҮК).

Не зважаючи на широкі можливості створення найрізноманітніших за графічним виконанням умовних знаків, на картах застосовують достатньо сталий набір їх, простих за формою, легких для зорового сприйняття та запам'ятовування, зручних для креслення.

10.2. Способи картографічного зображення об'єктів на тематичних картах

Виходячи з властивостей умовних знаків тематичних карт та особливостей застосування їх, розрізняють: локалізовані знаки, лінійні знаки, якісний фон, кількісний фон, ізолінії, ареали, точковий спосіб, локалізовані діаграми, знаки руху, картодіаграма, картограма.

Спосіб локалізованих знаків – це спосіб картографічного зображення об'єктів точкової локалізації. Локалізовані знаки застосовують для зображення на карті соціально-економічних об'єктів, рідше ними позначають перш за все об'єкти природи. За своєю формою локалізовані знаки бувають абстрактні (здебільшого мають правильну геометричну форму, рис. 10.2, а), наочні (передають певні ознаки об'єкта картографування, рис. 10.2, б) або буквені (одна-дві початкові літери або прийняте скорочення назви характерного об'єкта, рис. 10.2, в).

Однакові за формою умовні знаки можуть відрізнитися розміром, кольором, внутрішнім рисунком тощо. Якісні відмінності об'єктів пов'язують, як правило, зі зміною форми, кольору або внутрішнього рисунка знака. Кількісні відмінності передають насамперед зміною розміру знака. Таку зміну можна встановлювати за абсолютною чи умовною, безперервною або ступеневою шкалами. Якісні і кількісні ознаки об'єктів одночасно передають структурними знаками. За геометричними властивостями локалізовані знаки позамасштабні, тобто вони не передають площі і контурів об'єкта, але відображують його місцезнаходження.

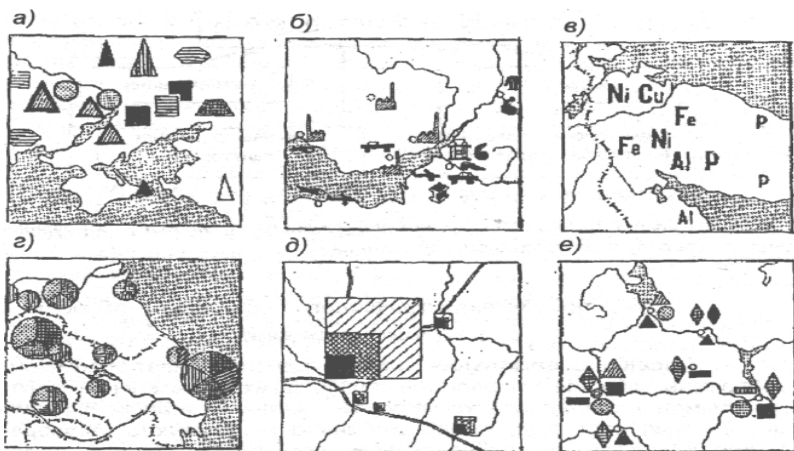


Рис. 10.2. Види локалізованих знаків:
 а – геометричні; б – наочні; в – буквені; г – структурні;
 д – наростаючі; е – роздільні

Спосіб лінійних знаків застосовують для зображення на карті природних і соціально-економічних лінійно витягнутих об'єктів (ширина яких не відображується в масштабі карти, таких, які практично не мають ширини, лінії, що підкреслюють основні напрямки об'єктів зі складною будовою). Основний зображувальний засіб для таких об'єктів – лінія (рис. 10.3), яка добре показує на карті перш за все місцезнаходження об'єкта, своєрідність його просторових обрисів (звивистість річок, берегів; прямолінійність автострад тощо). Змінюючи рисунок лінії, її ширину, колір, показують якісні відмінності об'єктів (клас шляхів сполучення, типи берегів тощо), ієрархічну підпорядкованість (кордони держави, межі областей тощо).

Кількісні відмінності можна відобразити також шириною ліній (головні канали та їхні відгалуження тощо) і додатковими до основного знака графічними елементами (кількість колій залізниці тощо) та іншими прийомами. Лінійними знаками можна показати зміну положення об'єкта з часом (лінія екологічно небезпечної зони на певну дату тощо). Розміщують лінійні знаки на карті за певними правилами: вісь знака збігається з віссю лінійно витягнутого об'єкта (як у річок, шляхів сполучення).

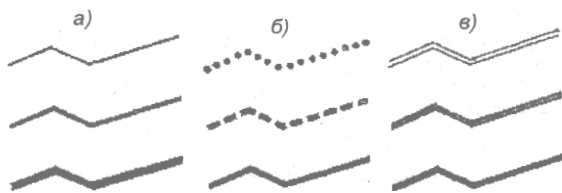


Рис. 10.3. Лінійні знаки, що розрізняються за:
а - шириною, *б* - рисунком, *в* - кольором або штрихуванням

Спосіб якісного фону застосовують для відображення якісних відмінностей всієї поданої на карті території, для чого її поділяють за обраними ознаками на частини (ділянки), кожен з яких потім заповнюють тими чи іншими зображувальними засобами.

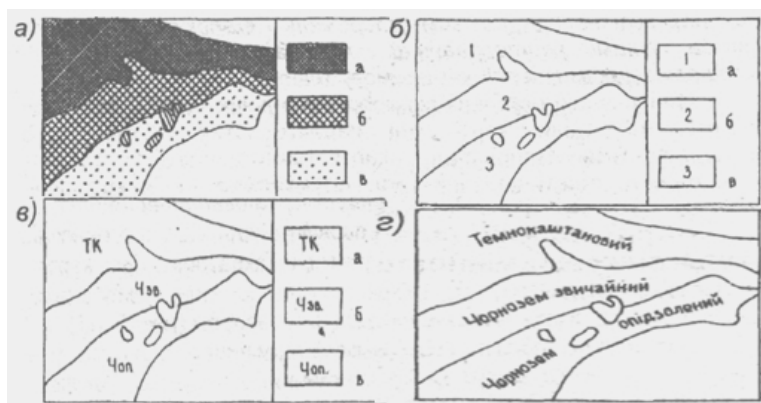


Рис. 10.4. Формування умовних знаків способом якісного фону:
а – штрихуванням; *б* - числовими позначеннями;
в - літерними індексами; *г* - написами назв ґрунтів

Для цього використовують розфарбування або штрихування різного виду (рис. 10.4, *а*), розміщення всередині контуру цифрових чи буквених позначень або індексів (рис. 10.4 *б*, *в*), розтягування в межах контуру написів (рис. 10.4 *г*).

Спосіб якісного фону придатний для характеристики об'єктів суцільного поширення на всій земній кулі (ландшафт, природні зони, кліматичні пояси тощо) або об'єктів, поширення

на значних її площах (зона лісів тощо), а також для відображення об'єктів розосередженого, або масового поширення (наприклад, населення). Цим способом показують на карті як природні, так і соціально-економічні об'єкти.

Спосіб кількісного фону застосовують для відображення на карті кількісних відмінностей всієї території, що картографується, поділеної за обраними ознаками на частини, кожна з яких потім виділяють тим чи іншим зображувальним засобом (рис. 10. 5). Цим способом передають кількісні відмінності перш за все природних об'єктів (крутість схилів, глибина розчленування рельєфу, рівень економічного розвитку території тощо). Поділ території може бути органічно пов'язаний з поділом за якісними відмінностями об'єкта або зі зміною за певними правилами кількісних показників об'єкта. Кількісні показники можуть бути абсолютними і відносними. Кількісні зміни об'єкта найчастіше передають зміною насиченості кольору або густоти штрихування.

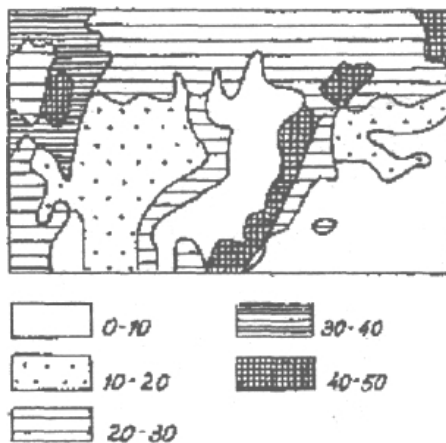


Рис. 10.5. Застосування способу кількісного фону на карті глибини розчленування рельєфу (числами в легенді позначені перевищення вододілів над тальвегами у метрах)

Спосіб ізоліній – це спосіб відображення на карті об'єктів безперервного розповсюдження за допомогою ліній, що проходять по точках з однаковими значеннями будь-якого кількісного

показника (рис. 10.6). Цей спосіб широко застосовують для картографування природних об'єктів, суцільно поширених на поверхні Землі, в її надрах та атмосфері, а також на обмежених за певними ознаками територіях. При цьому припускають поступову зміну об'єкта в просторі.

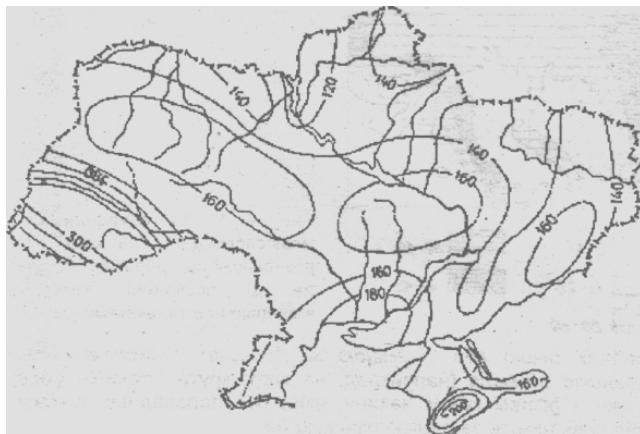


Рис. 10.6. Ізолінії зливних опадів

Важливою ознакою способу ізоліній є те, що характеристика об'єкта подається не окремою ізолінією, а сукупністю їх (системою). Системи тих чи інших ізоліній відображають як реальні об'єкти (рельєф місцевості тощо), так і абстрактні (кількість річних опадів, рівень забруднення місцевості тощо). Спосіб ізоліній дає узагальнене зображення об'єкта. Це пов'язано з особливостями проведення ізоліній: їхнє положення визначають інтерполюванням між точками з певними кількісними значеннями.

Спосіб ареалів – це спосіб зображення на карті області, поширення, або ареалу, природних або соціально-економічних об'єктів чи явищ. Розміщення об'єкта в межах ареалу може бути безперервним, суцільним або розсіяним. Для способу ареалів використовують різні зображувальні засоби (рис. 10.7): заповнювальні, лінійні, значкові, буквені.

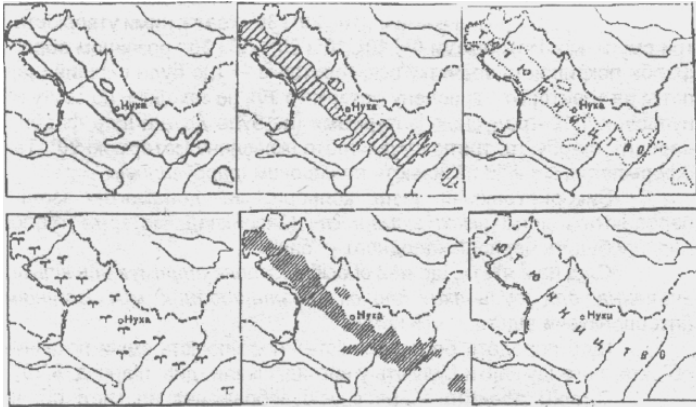


Рис. 10.7. Різні прийоми зображення ареалів

Ареали передають, як правило, якісні характеристики об'єктів, але нерідко вони супроводжуються кількісними показниками. Вибір способу оформлення ареалу в основному залежить від масштабу карти та її призначення.

Точковий спосіб використовується для зображення на карті масових розосереджених об'єктів точками (невеликими кружками) однакового розміру й однакового числового значення, або "ваги". Вага точки найчастіше виражена в абсолютних одиницях, але їй можна надати й відносного значення. Використання точок (рис. 10.8), різних за формою та кольором, дозволяє передати на карті не тільки кількісні, а й якісні відмінності об'єкта картографування.

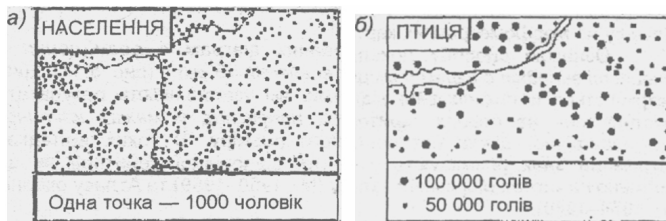


Рис. 10.8. Застосування точкового способу:
а - з точками однієї ваги; б - з точками різної ваги

Зміною кольору точок передають також розвиток (динаміку) об'єкта в часі. В цьому способі кожна точка не є відображенням конкретного об'єкта (це притаманне локалізованим знакам).

Спосіб локалізованих діаграм широко використовується для відображення на карті об'єктів суцільного та лінійного (смугового) розповсюдження за допомогою графіків або діаграм, приурочених до певних точок (місце вивчення об'єктів). Графік, що унаочнює зміну об'єкта в часі, часто має вигляд кривої розподілу, побудованої, як правило, у декартовій або полярній системах координат. Діаграма являє собою більш складне креслення, що відображає співвідношення між об'єктами або їхніми складовими частинами. (рис. 10.9).

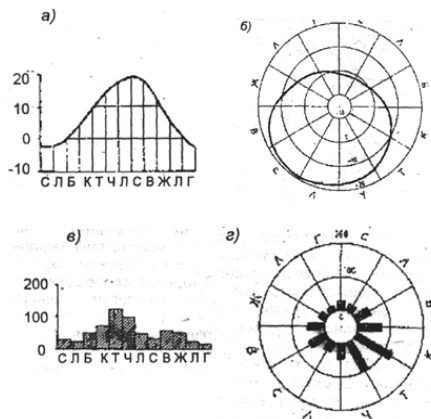


Рис. 10.9. Діаграми для відображення річного ходу температури та опадів:

а - крива розподілу температури в декартовій системі, *б* - те ж саме в полярній системі координат, *в* - стовпчаста діаграма опадів в декартовій системі, *г* - те ж саме в полярній системі координат

Діаграми у вигляді роз-діаграм, (рис. 10.10) передають разом з іншими показниками і повторюваність напрямків, за якими об'єкт переміщується (наприклад, вітер). В одній діаграмі легко поєднується кілька показників об'єкта. Ознакою способу локалізованих діаграм є розміщення, як правило, діаграм у місцях вивчення об'єкта.

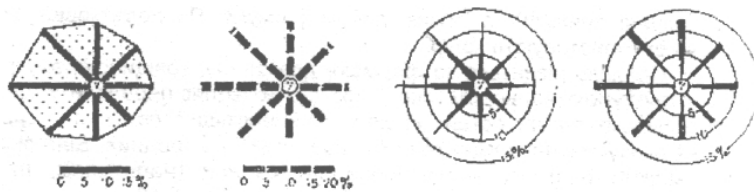


Рис. 10.10. Види роз-діаграм, що відображають повторюваність напрямів і величину об'єктів

Спосіб знаків руху служить для відображення на карті різних просторових переміщень об'єктів, як природних, так і соціально-економічних. Часто знаки руху використовують, щоб уточнити переміщення забруднення місцевості, зв'язки між об'єктами чи їхніми складовими: транспортні, економічні, екологічні тощо. Зображувальними засобами є стрілки, або вектори (напрявлені прямолінійні відрізки), а також стрічки і смуги (рис. 10.11). Біля знаків руху можна розмістити пояснювальні написи (назву небезпечної речовини що розповсюджуються тощо).

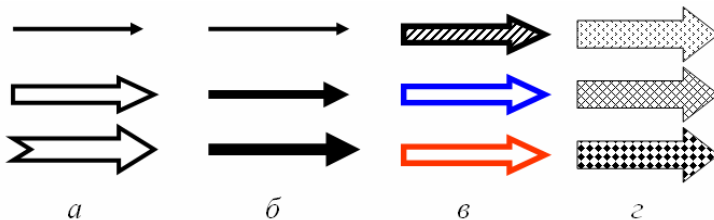


Рис. 10.11. Стрілки, що розрізняються за формою (а), шириною (б), кольором чи штрихуванням (в), структурою (г)

Розміщують знаки руху на карті по-різному. Переміщення точкових об'єктів показується стрілками, з яких складається певна лінія (напрямок) руху. Векторні знаки можуть доповнювати маршрутну лінію. Переміщення об'єктів, розвинутих на значній території, позначається сукупністю стрілок, розкиданих на певних ділянках карти. Знаки руху можуть передавати шляхи переміщення точно (знаки розміщують за реальними напрямками

переміщення об'єктів) або схематично (довільно з'єднують початок і кінець руху).

Спосіб картограм – це спосіб відображення на карті середньої інтенсивності якого-небудь об'єкта в межах територіальних одиниць. Для наочності зображення кожен з них розфарбовують або штрихують. При цьому за насиченістю кольорового тону або густотою штрихування судять про зміни величини показника (рис. 10.12, *а*). Найчастіше картограмою ілюструють соціально-економічні явища, приймаючи за одиницю картографування одиниці політичного, політико-адміністративного або адміністративного поділу території. Чим менші одиниці територіального поділу, тим точніша характеристика об'єкта картографування. Картограма зображує об'єкти розосередженого поширення. Картограми, як і картодіаграми, створюють за статистичними даними, тому обидва способи часто називають статистичними.

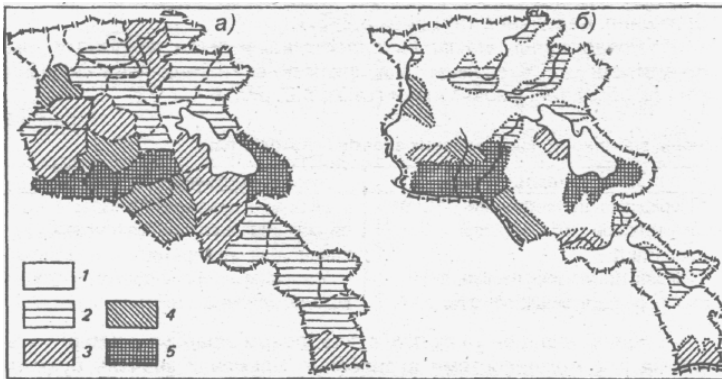


Рис. 10.12. Картограма за адміністративним поділом (*а*) та уточнена картограма (*б*)

Недоліком картограм є те, що за усередненими даними, поширеними на всю площу територіальної одиниці, приховуються неоднаковість розповсюдження об'єкта, ті ділянки, де об'єкта картографування немає. Щоб уникнути цього, на території, яка картографується, виділяють спочатку площі, де об'єкт відсутній, а потім складають картограму. Зображення з виділе-

ними ділянками площі, на яких об'єкт відсутній, називають уточненою або виправленою картограмою. Наприклад, на картограмі, яка показує розміщення зернових культур, не заповнюють умовними знаками площі, зайняті лісом (див. рис. 10.12, б).

Способи зображення рельєфу. Застосовуються різні підходи до зображення рельєфу на загальногеографічних та тематичних картах. Одним із широкоживаних способів зображення рельєфу є спосіб горизонталей як різновид способу ізоліній. Горизонталі, або ізогіпси (від грецької гіпсо – висота) – це лінії, які з'єднують точки з однаковими висотами Сукупність горизонталей дає можливість показати різні форми рельєфу, площа яких виражається в масштабі карти, їх протяжність, складність, орієнтування за сторонами горизонту тощо.

За якісними характеристиками вони дають можливість одержати кількісні показники висоти (абсолютної або відносної) окремих елементів рельєфу. З метою зручності визначення висотних характеристик рельєфу для частини горизонталей вказують їхню висоту (при цьому верх цифр направлений у бік збільшення висоти) (рис. 10.13).

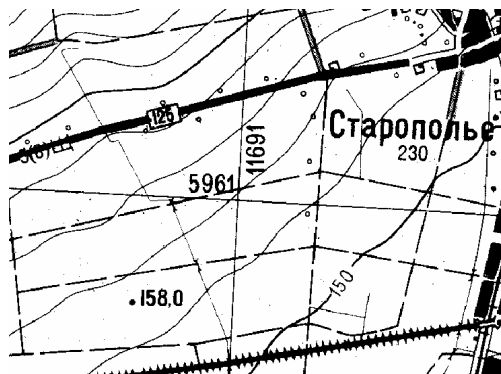


Рис. 10.13. Зображення рельєфу горизонталями

Деякі форми рельєфу навіть на великомасштабних картах не можуть бути виражені горизонталями (як основними, так і додатковими та допоміжними). В цих випадках застосовують інші способи зображення – ареалів, лінійних знаків та локалізованих знаків (рис. 10.14).

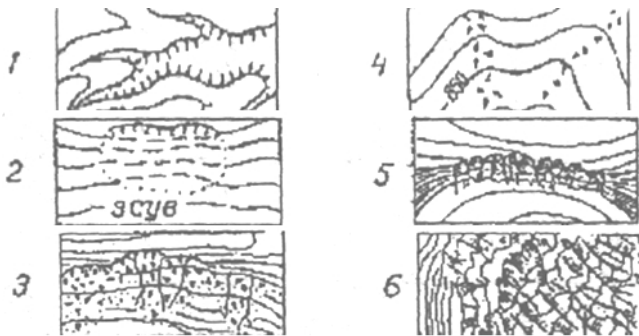


Рис. 10.14. Зображення різних порушень рельєфу лінійними знаками:

1 – яри; 2 – зсуви; 3 – осипи твердих порід;
4 – кам'яні річки; 5 – скелясті обриви; 6 – скелі

Поодинокі форми рельєфу (скелі, окремі лежачі камені, печери і гроти тощо), які не виражаються в масштабі карти, але мають істотне практичне значення, передають способом локалізованих знаків. Залежно від масштабу карти одні й ті ж об'єкти можуть бути зображені способом ареалів, якщо їх контури чітко окреслюються в масштабі карти, або локалізованими знаками, якщо об'єкти (кургани, ями, кратери вулканів тощо) замалі для окреслення (рис. 10.15, а, б).

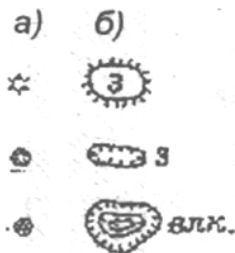








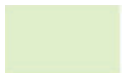
Рис. 10.15. Зображення поодиноких форм рельєфу:
а - локалізованими знаками - курган, яма, кратер вулкана;
б - ареалами – курган, яма, кратер вулкана

Рельєф на картах передається також способом висотних позначок, який полягає у підписуванні абсолютних висот характерних точок місцевості: вершин гір і горбів, вищих точок вододілів, перевалів, сідловин, рівнів води (урізів) у річках, озерах тощо.

Наочна передача зовнішнього обліку форм земної поверхні, що створює ефект випуклості (об'ємності), найкраще досягається способами тіньової пластики: штрихами, відмиванням, фотографуванням рельєфної моделі або перспективним зображенням. При підготовці до видання топографічних карт (масштабів 1:25 000 – 1:100 000) та для їхнього видання застосовують наступні кольори (табл. 10.2).

Таблиця 10.2

Шкала кольорів фарб, які застосовуються для друку карт

Фарба та її номер	Колір	Назва об'єктів	Параметри кольору в палітрі СМУК
Чорна 2558-01		Контур	K-100
Світло коричнева 2558-61		Рельєф і характеристики, що відносяться до нього. Піски, поверхні глинисті, щебеневі, кам'яні та купинясті	C-30 Y-100 M-100
		Площі щільно забудованих кварталів населених пунктів всіх типів, забарвлення державних кордонів, площа такирів – 50% точкова сітка 34 лін/см	M-40 Y-60
Зеленувато-голуба 2558-38		Гідрографія і підписи, що відносяться до неї, солончаки і болота	C-100 M-50
		Водні поверхні морів, річок, озер, водосховищ тощо – 30% точкова сітка 48 лін/см	C-50
Жовтувато-зелена (розслаблена) 2558-45		Площі лісів і садів	C-50 Y-70
		Площі низькорослої рослинності (низькорослі ліси, поросль, суцільні зарості чагарників) – 50% точкова сітка 34 лін/см	C-15 Y-30

10.3. Картографічна семантика в екологічному картографуванні

Картографічна семантика – розділ науки, у рамках якої розробляються питання теорії картографічних знаків як мови карт. Предметом картографічної семантики є співвідношення умовних знаків з об'єктами і явищами, які відображаються.

Загальна кількість явищ, що показуються на екологічних картах, досить велика і продовжує збільшуватися. Основні класи явищ на екологічних картах підрозділяються, відповідно до прийнятого розподілу екологічних проблем: на атмосферні, водні, земельні, біологічні, геолого-геоморфологічні та комплексні (ландшафтні).

Всі існуючі природні та суспільні явища, які відображаються на картах, з картографічної точки зору, підрозділяється на п'ять великих груп, залежно від характеру просторової локалізації:

1) явища, локалізовані в пунктах (місця відбору проб, пости моніторингу, підприємства й міста на дрібномасштабних картах), для яких об'єктом показу є їхні точки місця розташування і (або) якісні або кількісні характеристики;

2) явища, локалізовані на лініях (дороги, трубопроводи, різні границі), для яких об'єкти показу – точки місця розташування, якісні й кількісні характеристики;

3) явища, локалізовані на площах, тобто присутні на частині території, яка картографується;

4) явища суцільного поширення (атмосфера та її характеристики, гірські породи та їх властивості), для яких об'єкт показу на картах не факт наявності, а просторова мінливість якісних або кількісних характеристик;

5) явища, які складаються з безлічі дрібних об'єктів, індивідуальний показ яких неможливий (біологічні види, посіви сільськогосподарських культур), для яких об'єктом показу також є території та щільність поширення.

Графічні засоби на екологічних картах застосовуються так само, що і на картах іншої тематики: немасштабні (знакові, літерні та цифрові), лінійні, площинні. При розробці легенд графічні засоби перерахованих груп реалізуються у вигляді чисельних графічних змінних – елементарних позначень, що розрізняються за формою, розміром, орієнтуванню, кольорами, насиченості

кольорів, внутрішній структурі зображення.

В екологічному картографуванні спосіб якісного фону один із самих уживаних. Він утворює основний зміст на картах оцінки екологічних ситуацій, використовується на комплексних екологічних картах для показу поширення ландшафтів і характеру використання земель, стійкості ландшафтів до техногенних навантажень і т.д. (рис. 10.16).



Рис. 10.16. Сільськогосподарське освоєння земель

При використанні способу ізоліній в екологічному картографуванні прийнятий “принцип світлофора” – сполучення відтінків зеленого, жовтого і червоного кольору, які змінюються із загостренням екологічного стану. При необхідності шкалу доповнюють синіми й блакитними тонами для найбільш чистих місць, жовтогарячими або рожевими для проміжних щаблів і бордовими для самих несприятливих.

В екологічному картографуванні спосіб ізоліній – один з найбільш застосованих. З його допомогою картографують численні фізико-географічні параметри, часткові й загальні кількісні характеристики забруднення та стійкості компонентів природного середовища до забруднення тощо. В екологічному картографуванні способом локалізованих діаграм передається сезонна, річна або інша мінливість показників захворюваності, концентрації окремих речовин, загальних рівнів забруднення атмосфери або гідросфери, умови розсіювання або потенціалу самоочищення.

У способів локалізованих значків і локалізованих діаграм є загальна риса: малюнки, що виражають кількісні і якісні особливості об'єктів, на карті виявляються прив'язаними до точки. Однак при використанні способу знаків цією точкою є пункт фактичної локалізації явища, а при використанні способу локалізованих діаграм – пункт спостереження за явищем (метеостація, гідропост тощо). Спосіб картодіаграм припускає зображення сумарної величини певних явищ за допомогою графіків або діаграм, які поміщають усередині одиниць територіального розподілу, найчастіше адміністративного. Умовно його можна вважати обмеженим по площі (рис. 10.17).

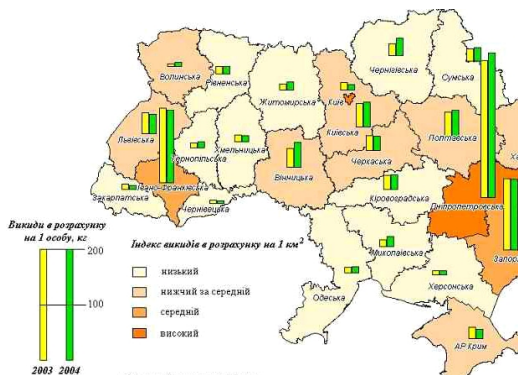


Рис. 10.17. Викиди шкідливих речовин від стаціонарних джерел забруднення

В екологічному картографуванні спосіб знаків руху вживається порівняно рідко. За їх допомогою передаються напрямки поширення забруднюючих речовин, шляхи міграції тварин тощо.

10.4. Написи на картах

Написи, які є на картах, органічно поєднані з конкретними об'єктами, вони суттєво збагачують зміст карт. Саме написи перетворюють «німе» картографічне зображення в карту і підвищують її цінність як джерела інформації та засобу дослідження. Написи на картах виконують різні функції, за якими їх поділяють на географічні назви і пояснювальні підписи. Серед геогра-

фічних назв виділяють власні імена, якими називають одиночні об'єкти (Київ, Дніпро тощо); назви-титули, котрі інколи мають паралельно скорочені форми.

До пояснювальних написів, які подають на картах, відносяться загальні терміни, що називають об'єкти за їхньою належністю до цілого класу таких об'єктів (море, затока, гора, вулкан тощо). Найчастіше їх наводять разом з власними іменами (Чорне море, Кримські гори тощо), а інколи самостійно, для виділення на карті важливих об'єктів (колодязь в піщаних пустелях). Пояснювальні написи можуть бути: вказівками якісних особливостей об'єктів, які не відображаються умовними знаками (переважаючих порід лісу, матеріалу покриття доріг, якість води в озерах або джерелах тощо); кількісними характеристиками об'єктів (поверховість будинків, ширина і глибина річок, довжина, ширина і вантажопідйомність мостів, висота насипів і курганів, глибина озера, середня висота і товщина дерев та середня відстань між ними в лісі, ширина доріг тощо).

Всі написи на картах подають за певними правилами. Назви географічних об'єктів точкової локалізації (населені пункти), як правило, розміщують праворуч від умовного знака паралельно північній рамці карти або паралелям картографічної сітки. Назви об'єктів лінійної протяжності (річок) подають вздовж їхнього зображення. Назви великих водних басейнів, островів, держав та інших об'єктів, які займають значні площі, розміщують у напрямку найбільшої протяжності їх, найчастіше зі збільшеними інтервалами між літерами (рис. 10.18).

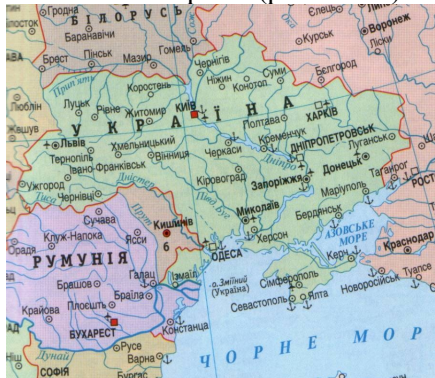


Рис. 10.18. Написи на загальногеографічній карті

Набагато покращується сприйняття і розпізнавання зображених на карті об'єктів при застосуванні кольорових шрифтів. Це дозволяє безпосередньо відносити написи, виконані тим чи іншим кольором, до певного елемента змісту карти. Наприклад, на загальногеографічних картах назви об'єктів гідрографії подають синім кольором, населених пунктів та інших об'єктів – чорним.

Написи на картах виконують тими чи іншими картографічними шрифтами. Кожному шрифту надається відповідна назва: чіткий звужений напівжирний (Ч-132), топографічний напівжирний (Т-132), рубаний (Р-131), древній курсів напівжирний (Д-432), древній курсів прямий (Д-231), древній курсів (Д-431), древній курсів остовний (До-431), БСАМ курсів малокоонтрастний (Бм-431), рубаний широкий напівжирний (Р-152).

10.5. Картографічна генералізація та її фактори

Процес науково обгрунтованого відбору й узагальнення об'єктів для відображення їх на карті називають *картографічною генералізацією* (від лат. *generalis* – загальний, головний). Напрямок і ступінь генералізації визначаються масштабом карти, її призначенням, географічними особливостями місцевості, яка картографується, а також тематикою карти, якістю використаних під час її створення джерел, способами оформлення тощо.

Для збереження наочності і читаності карти відбирають елементи змісту, узагальнюють індивідуальні характеристики тощо. Разом з тим виключають ті елементи, котрі втрачають своє значення. Врахування особливостей об'єкта, що подається на карті, дозволяє відобразити його найтиповіші, найважливіші елементи. Від тематики карти залежить, які елементи її змісту мають бути головними, а які другорядними. Так, на фізичній карті основним елементом змісту є рельєф, тому його подають найбільш докладно, а населені пункти, шляхи сполучення узагальнюють (генералізують). На економічній же карті детальнішого зображення потребують населені пункти як промислові центри.

Відбір об'єктів полягає в обмеженні змісту карти необхідними об'єктами та вилученні решти. Здійснюють його шляхом встановленням цензу (межі відбору) за кількісними чи якісними показниками або шляхом встановленням норми відбору (кілько-

сті об'єктів, які зберігатимуться під час генералізації). Перший з них має змістовий характер. Ним визначаються об'єкти, які обов'язково потрібно зберегти на карті або вилучити з неї. Другий шлях (відбору) регулює навантаження карти. Він має статистичний зміст, але й при його застосуванні враховується значення об'єктів, котрі залишатимуться на карті.

Цензи і норми відбору встановлюють, виходячи з призначення та масштабу карти, особливостей об'єктів картографування. Відбір об'єктів супроводжується узагальненням їхніх якісних і кількісних відмінностей, що дозволяє підкреслити основне в характеристиці об'єктів і одночасно відтворити їх на карті економічними засобами. Перехід від окремих об'єктів до їхніх сукупних (або збірних) позначень здійснюється шляхом об'єднання контурів суміжно розташованих об'єктів та сумісного використання (комбінування) умовних знаків кожного з них або шляхом заміни знаків окремих об'єктів узагальнювальним умовним знаком, що потребує також зміни способу картографічного зображення.

Найвищим проявом просторової генералізації є схематизація зображення, тобто максимальне його спрощення. Основними шляхами просторової генералізації є: 1) узагальнення обрисів об'єктів шляхом спрощення контурів, яке супроводжується збільшенням окремих деталей, їхнім зміщенням відносно один одного (рис. 10.19);

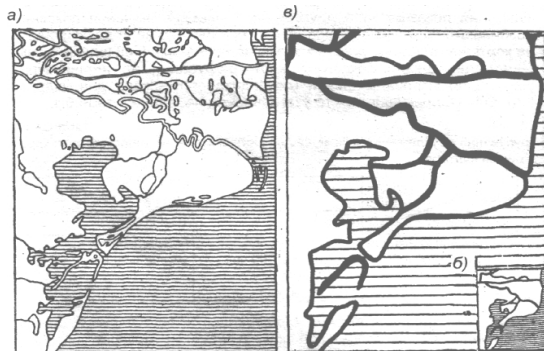


Рис 10.19. Узагальнення обрисів об'єкта під час генералізації: дельта Дунаю в масштабі 1:250 000 (а) та в масштабі 1:5 000 000 (б), збільшене генералізоване зображення (в)

2) заміна окремих об'єктів узагальнювальним знаком шляхом об'єднання контурів, спрощення рисунка (рис. 10.20). Змістова і геометрична генералізація тісно пов'язані і не можуть бути відокремлені одна від одної.

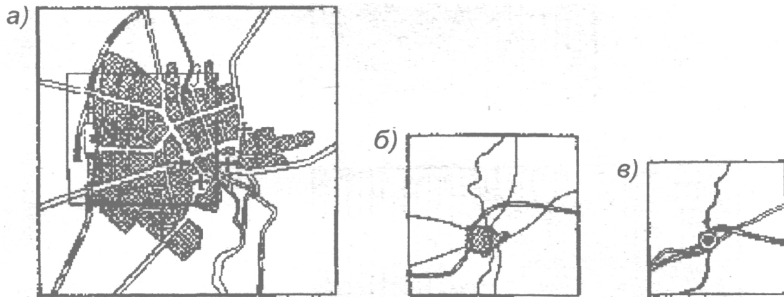


Рис. 10.20. Заміна складного об'єкта узагальнювальним знаком під час генералізації населеного пункту: окремі квартали міста (а), контур міста (б), пунсон (в)

10.6. Стандартизація термінів і визначень у картографії

Стандартизація термінів і визначень певної галузі наукової і практичної діяльності людини передбачає розробку єдиних граматико-стилістичних норм у національній, переважно науково-технічній і офіційно-діловій мові. Це сприяє однозначності висловлення, тлумачення і подальшого розуміння різними суб'єктами наукового чи іншого тексту.

Державні термінологічні стандарти України (ДТСУ) регламентують терміни та основні поняття, що застосовуються в науці, техніці і виробництві та відповідають сучасному розвитку їх. Стандарт України “Картографія. Терміни та визначення” (ДСТУ 2757-94, введений в дію 01.01.1996 р.) містить понять картографії, які поділені на наступні тематичні розділи:

- загальні поняття;
- картографічні твори;
- властивості карти, її складові, способи картографічного зображення;
- математична картографія;
- методика і технологія виготовлення карт.

Терміни, регламентовані в стандарті, обов'язкові для виконання. Картографічна топоніміка вирішує питання правильної передачі географічних назв на картах. Помилки в написанні назв призводять до неоднаковості географічних назв одних і тих же об'єктів на різних картах, що ускладнює використання їх. Такі помилки спричинюють появи неправильних назв у офіційних документах, наукових публікаціях чи масових виданнях. Географічні назви (топоніми), їхнє походження, змістове значення, написання, вимову вивчає топоніміка (від грец. “топос” – місце, місцевість і “оніма” – ім'я). Безпосереднє відношення до картографії мають такі питання топоніміки, як первинне встановлення географічних назв, запис їх та правильна передача на картах. Науковою розробкою методики виконання цих завдань займається картографічна топоніміка.

Місцева офіційна форма є передачею назви на карті в точній відповідності з написанням назви державною мовою країни, на території якої об'єкт знаходиться. Фонетична форма відтворює назви якомога ближче до дійсного звучання при написанні її літерами абетки іншої мови. Транслітерація полягає у передачі назв, написаних літерами одної абетки, літерами іншої абетки без урахування дійсної вимови. Традиційна форма означає збереження на картах назв у тій формі, в якій вони за традицією вживаються у мові іншого народу (держави) в науковій, політичній та художній літературі. Перекладна форма базується на перекладі назви з мови, якою об'єкт дістав первинну назву, на мову країни, в якій карта створюється. Передача географічних назв різними формами наведена в табл. 10.2.

Таблиця 10.3.

Передача географічних назв різними формами

Місцева офіційна форма:	Cape of Good Hope	Paris
Транслітерація	Капе оф гоод хоупе	Паріс
Фонетична форма	Кейп ов гуд хоуп	Парі
Традиційна форма	Мис Доброї Надії	Париж
Перекладна форма	Вогняна Земля	-

? Контрольні запитання і вправи для самоперевірки:

1. Які основні елементи карти?
2. За якими ознаками розрізняються графічні символи?
3. Які основні вимоги до умовних знаків?
4. В яких випадках використовують спосіб лінійних знаків?
5. В яких випадках використовують спосіб точкових знаків?
6. В яких випадках використовують спосіб масштабних знаків?
7. В яких випадках застосовують спосіб кількісного фону?
8. З якою ціллю застосовують спосіб ізоліній?
9. Які зображувальні засоби використовують для способу ареалів та його вибору?
10. Що можна передати на карті за допомогою точок?
11. Що можна передати на карті за допомогою лінії?
12. Що можна передати на карті за допомогою полігону?
13. Для яких цілей використовується спосіб локалізованих діаграм?
14. Яку інформацію несуть рози-діаграм?
15. Що найчастіше ілюструють картограмою?
16. Які підходи застосовують для зображення рельєфу на загальногеографічних та тематичних картах?
17. Які кольори фарб застосовують при підготовці до видання топографічних карт (масштабів 1:25 000 – 1:100000)?
18. Що є предметом картографічної семантики?
19. Чим визначаються напрям і ступінь генералізації?
20. Які питання вирішує картографічна топоніміка?
21. Якими формами здійснюють передачу географічних назв?
22. За картою визначити спосіб відображення рельєфу.
23. На карті вказати горизонталі.
24. Провести аналіз генералізації карти.
25. За картою провести аналіз надання назв об'єктів.
26. Як здійснюється передача географічних назв різними формами?

Література для самопідготовки

Основна:

1. Моніторинг довкілля : підручник. : Том. 2. / Запольський А. К., Войцицький А. П., Пількевич І. А., Малярчук П. М., Багмет А. П., Парфенюк Г. І. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006». – 360 с.
2. Багмет А.П. Екологічне картографування та основи ГІС-технологій. Навч. посібник/ А.П. Багмет, С.Г. Герасимов, О.В. Пшоняк.– Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2010.– 256 с.

Додаткова:

- 1.. Картографія. Терміни та визначення. – Київ, Держстандарт України. – ДСТУ 2757-94. – 1994. – 95 с.
2. Козаченко Т. І., Пархоменко Г. О., Молочко А. М. Картографічне моделювання: Навчальний посібник / Під ред. А. П. Золовського. – Вінниця: Антекс-У, 19910. – 328 с.
3. Топографія з основами геодезії. / Під ред. А.П. Божок. – Київ: Вища школа, 1995. – 280 с.

Розділ II

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

11.1. Основи екологічного картографування

Екологічне картографування – наука про способи збору, аналізу й картографічного подання інформації про стан навколишнього природного середовища, яке включає живі організми і людину.

Екологічна інформація вкрай різноманітна як за походженням, так і за змістом. Вона надходить із офіційних і неофіційних джерел, здобувається в результаті досліджень із використанням різних методів. До неї відносяться матеріали дистанційного зондування Землі, якісні й кількісні характеристики забруднюючих речовин і статистичні дані про обсяги й умови їхнього надходження в навколишнє середовище, просторова й тимчасова динаміка рівнів і складу забруднення, дані про стан здоров'я населення, рослинний покрив і тваринний світ. Часто їх об'єднує лише певна територія. В межах природоохоронної діяльності виділяються такі складові, що вимагають картографічного забезпечення:

- науково-дослідна робота (з підрозділами за компонентами природного середовища, методами дослідження, територіальними одиницями різного ієрархічного рівня або у глобальному масштабі);
- практична діяльність щодо охорони атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтів і надр, рослинності й тваринного світу, ландшафтів;
- екологічне виховання, включаючи викладання, пропаганду екологічних знань і дотримання прав особистості й суспільства на інформацію.

Терміни “екологічна карта”, “екологічне картографування” були вперше введені французькими геоботаніками в 70-х роках ХХ сторіччя в карти стану рослинності та антропогенного впливу на неї. Близькі за змістом картографічні роботи приблизно в той же час почали проводитися і в колишньому Радянському Союзі.

Безпосереднє визначення параметрів навколишнього се-

редовища як кількісних, так і якісних становить зміст методів фізико-географічних (у максимально широкому трактуванні цього поняття) досліджень. Ключ до комплексної оцінки стану середовища – у визначенні відносної значимості її окремих компонентів для здоров'я людини (при антропоцентричному підході) або стійкості окремих видів та екосистем в цілому (при біоцентричному підході).

З погляду законів екології цілком очевидно, що кожний з компонентів середовища є життєво важливим. Але розмаїтість інтервалів толерантності для різних факторів обумовлює розходження в їхній значимості. У кваліметрії відомі такі основні методи визначення вагомості окремих властивостей якості: вартісний, експертний, імовірнісний і змішаний (комбінація трьох попередніх). Загальний зміст екологізації картографії полягає в переході від традиційних спроб показу реконструйованого стану природного середовища до цілеспрямованого відображення змісту та наслідків впливу людини.

Екологізація проявляється у створенні спеціалізованих карт для показу наслідків господарської діяльності: обсягів і структури викидів та скидів забруднень, у тому числі з підрозділом по галузях економіки, масштабів застосування добрив і пестицидів тощо. Поряд з абсолютними характеристиками надходження забруднюючих речовин, об'єктами картографування можуть бути численні відносні показники: величини викидів і скидів, що припадають на одного жителя, на одиницю площі, на обсяг випуску продукції у натуральному або грошовому вираженні. Величини платежів за забруднення (екологічного податку) і надходжень у територіальні екологічні фонди також можуть бути об'єктом картографування. Стан середовища став одним із важливих факторів кадастрової оцінки земель та вартісної оцінки нерухомості. Це дозволяє складати спеціальні карти економічної оцінки екологічного стану, карти величин відхилень вартості нерухомості під впливом екологічних факторів і, відповідно, втрат або прибутків власників.

Питання класифікації екологічних карт вирішуються по-різному, залежно від того, що покладено в основу класифікації: аналіз й узагальнення фактично існуючих картографічних матеріалів або теоретичні передумови. Класифікаційні ознаки є численними, як і екологічні проблеми й підходи до їхнього вивчен-

ня.

Класифікації, побудовані на основі аналізу практики, успішно “працюють” на достатньо давно сформованих тематичних областях з устояною внутрішньою структурою. В екологічному картографуванні освоєні далеко не всі практично необхідні сюжети. Тому доцільно, ґрунтуючись на тих або інших теоретичних поданнях, доповнювати класифікації, побудовані на основі аналізу практики, перспективними, але ще недостатньо розробленими розділами. Можна виділити таку класифікацію екологічних карт:

- карти факторів й умов середовища (карти, що характеризують умови життєдіяльності, карти природно-ресурсного й екологічного потенціалу територій, стійкості геосистем);
- карти процесів (поширення забруднень, міграцій, ерозії, небезпечних природних явищ);
- карти станів (сучасного й прогнозованих, у тому числі карти антропогенних змін);
- карти проблем (гостроти екологічних ситуацій);
- карти організації охорони природи і природокористування (контролю й управління природокористуванням).

Існують і інші класифікації екологічних карт (за призначенням, за масштабом і територією, за широтою теми картографування, за джерелами вихідної інформації для карт тощо).

Використання раніше створених тематичних карт як джерела інформації про екологічний стан виправдане лише в тій частині, що стосується найбільш стійких у часі характеристик. У всьому іншому більш доцільним є звертання безпосередньо до картографічних джерел. Будь-яке картографічне джерело є первинним або вторинним стосовно результатів дослідження, проведеного певним методом. Тому джерела інформації про екологічний стан можуть бути класифіковані:

- за відомчою ознакою (результати моніторингу - матеріали державних органів, підприємств, науково-дослідних установ, громадських організацій);
- за науковими методами і технічними прийомами, використаними при отриманні інформації.

Будь-яка інформація, потрібна для характеристики екологічного стану, є непрямую і неповною. Кожний з компонентів навколишнього середовища – це предмет вивчення відповідної

науки (метеорології, гідрології, ґрунтознавства тощо), у той же час методи їхнього дослідження (фізичні, хімічні, економіко-статистичні й інші) у значній мірі запозичаються з інших областей знання.

Екологічний стан, відображений за допомогою екологічних карт, є синтетичним, узагальнюючим поняттям і не може бути безпосередньо вимірним. У всіх науках, що стосуються як компонентів середовища, так і шляхів їхнього вивчення поряд із загальнонауковими діють специфічні закони, методи й пов'язані з ними обмеження, що стосуються можливостей отримання та інтерпретації результатів.

Завдання екологічного картографування полягає в безпосередній характеристиці стану середовища, що піддається антропогенному впливу. Найважливіші властивості показників, що картографуються, – їх змістовна, просторова й тимчасова локалізація. При цьому інформація, що є на карті, завжди є біднішою, ніж природна. Тому, для забезпечення об'єктивності й репрезентативності результатів необхідне дотримання ряду процедур, серед яких доцільно розрізняти загальні картографічні прийоми отримання, локалізації, інтеграції та інтерпретації показників й особливості їхнього застосування, обумовлені специфікою об'єкта картографування.

Границі природно-територіальних одиниць важливі для екологічного картографування, оскільки вони утворюють геохімічні та орографічні бар'єри на шляхах міграції полютантів. Ступінь прозорості границь для полютантів повинен розглядатися як основний критерій їхнього обліку при просторовій інтерпретації показників. При відсутності перешкод забруднення повинні рівномірно поширюватися в усіх напрямках. У цьому випадку рівень їхньої концентрації стає функцією відстані й виявляється можливим тільки при виділенні умовних границь на основі кількісних критеріїв (наприклад, перевищення або не перевищення ГДК).

Вибір територіальних одиниць має визначатися однорідністю їх властивостей – можливістю поширення на них геоекологічних характеристик. У практиці картографування застосовуються такі варіанти вирішення питання про вибір операційних територіальних одиниць:

1. Вибіркова характеристика, тобто прив'язка показників

безпосередньо до точок і ліній, для яких вони отримані, практикується у процесі робіт на картах фактичного матеріалу;

2. Геометрично правильні сітки, зазвичай квадратної форми, знайшли застосування при побудові часткових карт, що характеризують стан компонентів середовища за окремими інгредієнтами;

3. Політико-адміністративний і господарський розподіл використовують як одиниці картографування, коли вихідними даними є матеріали офіційної статистики;

4. Басейновий підхід найбільш зручний у тому разі, коли об'єктами картографування є водотоки, екзогенні геодинамічні процеси і весь комплекс пов'язаних з цим питань;

5. Ландшафтно-географічний підхід (орієнтація на одиницю фізико-географічного або ландшафтного районування) найбільше відповідає завданням екологічного картографування, тому що поняття трансформованості й стійкості ландшафту вторинні стосовно самого ландшафту, їхня характеристика можлива тільки в межах деякої просторової спільності, утвореної сполученням і взаємодією геокомпонентів;

6. Відсутність територіальних одиниць стає можливою при безперервній кількісній характеристиці на основі застосування способу ізоліній. Переваги цього підходу пов'язані з відсутністю усереднення показників по площі при відмові від наперед заданих меж. Це означає присутність на карті одиниць природно-територіального районування в неявній формі.

Основні класи явищ на екологічних картах поділяються, відповідно до прийнятого розподілу екологічних проблем, на атмосферні, водні, земельні, біологічні, геолого-геоморфологічні та комплексні (ландшафтні). Всі існуючі природні та суспільні явища, які відображаються на картах, з картографічної точки зору поділяються на п'ять груп, залежно від характеру просторової локалізації:

- явища локалізовані в пунктах;
- явища локалізовані на лініях;
- явища локалізовані на площах;
- явища суцільного поширення ;
- явища розпорошеного поширення.

Графічні засоби на екологічних картах застосовуються такі

ж, що і на картах іншої тематики – немасштабні (знаки, букви та цифри), лінійні, площинні. При розробці легенд графічні засоби перерахованих груп реалізуються у вигляді численних графічних змінних – елементарних позначень, що розрізняються за формою, розміром, орієнтуванням, кольорами, насиченістю кольорів, внутрішньою структурою зображення.

Співвідношення типу локалізації явищ, що картографуються, характеру інформації (якісного або кількісного) і застосованого графічного засобу утворюють способи картографічних зображень. В екологічному картографуванні вживають ті ж способи картографічних зображень, що й в інших тематичних областях, специфіка полягає лише в змістовних особливостях явищ, що картографуються.

На комплексних екологічних картах основним образотворчим засобом є фонове забарвлення, яке використовується для показу ландшафтних характеристик: одиниць фізико-географічного районування, рослинності. Антропогенний вплив передається менш виразними образотворчими засобами – відтінками кольорів, контурними, лінійними й немасштабними знаками (поширення окремих політантів без кількісних характеристик концентрацій).

Використання у процесі створення екологічної карти детальної ландшафтної основи як робочого інструмента не означає необхідності її докладного показу на підсумковій карті, оскільки це призвело б до її перевантаження. Елементи ландшафтів, які впливають на екологічний стан, повинні знаходити висвітлення в його характеристиках. Якщо природні й техногенні ландшафти (заплави, тераси, схили й вододіли, заліснені й незаліснені, заболочені й незаболочені місцевості у природних ландшафтах; селітебні, промислові, транспортні зони в урбанізованих ландшафтах) відрізняються один від одного за умовами акумуляції забруднень і самоочищення від них, то вони повинні знаходити висвітлення в розподілі рівнів забруднення. Границі ділянок з його різними рівнями забруднення в багатьох випадках збігаються з контурами ландшафтів та угідь. Тому на добре складеній карті, що характеризує забруднення, детальна ландшафтна основа повинна бути присутньою у неявному вигляді як контури територій з різними рівнями концентрації політантів.

11.2. Принципи картографування для екологічного моніторингу

Екологічне картографування орієнтоване на забезпечення державних, регіональних і місцевих програм і проектів природоохоронної спрямованості. Тим часом будь-яка природоохоронна діяльність здійснюється в рамках конкретних територій. Тому планування, реалізація й контроль результатів природоохоронних заходів вимагають об'єктивних даних про екологічний стан і його динаміку на різних територіях, що неможливо без використання картографічної форми подання інформації.

Екологічна інформація вкрай різноманітна як за походженням, так і за змістом. Вона надходить із офіційних і неофіційних джерел, здобувається в результаті досліджень із використанням різних методів. До неї відносяться матеріали дистанційного зондування Землі, якісні й кількісні характеристики забруднюючих речовин і статистичні дані про обсяги й умови їхнього надходження в навколишнє середовище, просторова і тимчасова динаміка рівнів і складу забруднення, дані про стан здоров'я населення, рослинний покрив і тваринний світ. Часто їх об'єднує лише певна територія. В межах природоохоронної діяльності виділяються такі складові, що вимагають картографічного забезпечення: науково-дослідна робота; практична діяльність з охорони навколишнього природного середовища; екологічне виховання і здійснення прав особистості й суспільства на інформацію. Вимоги до картографічного забезпечення природоохоронної практики істотно розрізняються залежно від конкретного призначення карт.

Екологічне картографування відрізняється від ряду інших галузей тематичного (геологічного, геоморфологічного, ґрунтового) картографування складністю визначення його предметної області. Основним об'єктом екологічного (еколого-географічного) картографування є екосистеми різного рангу, масштаби антропогенного тиску на середовище, біота, природоохоронні заходи, взаємовідносини організмів і середовища, екологічні ситуації.

Екологічне картографування, крім загальних принципів картографування, базується також на:

- біоцентричного напрямку в екологічному картографуванні;

- антропоцентричного підходу в екологічному картографуванні прикладних робіт з обліку природних ресурсів, оцінці екологічного стану та розробці шляхів її оптимізації;

- врахуванні закону внутрішньої динамічної рівноваги – якості окремих природних систем у їхній ієрархії взаємозалежні настільки, що будь-яка зміна одного із цих показників викликає супутні функціонально-структурні кількісні зміни якостей екосистем, де ці зміни відбуваються, або в їхній ієрархії;

- врахуванням закону екологічної кореляції – в екосистемі всі види живого та абіотичні компоненти функціонально доповнюють одне одного. При цьому, відповідно до закону толерантності лімітуючими факторами процвітання організму й виду в цілому, можуть бути як мінімум, так і максимум фактора, що впливає; діапазон між ними визначає інтервал витривалості (толерантності) організму;

- врахуванням закону мінімуму – будь-який фактор може виявитися лімітуючим. У той же час, інтервали толерантності організму до різних факторів різні, у тому числі й стосовно діапазонів їхніх змін;

- врахування закону фізико-хімічної єдності живої речовини – все живе на Землі у фізико-хімічному відношенні єдине, жива речовина буває різнорідною та однорідною, а різнорідна складається з організмів різних видів. Внаслідок цього шкідливе для однієї частини живої речовини не може бути байдужим для інших;

- врахуванням закону рівнозначності всіх умов життя - всі природні умови середовища, необхідні для життя, відіграють рівнозначну роль. Це не дозволяє підрозділяти екологічні фактори на найважливіші, другорядні й т.д.

11.3. Картографування забруднень

Атмосфера як найбільш динамічне середовище характеризується складною просторово-часовою динамікою рівнів вмісту домішок. У кожен конкретний момент часу рівень забруднення атмосфери над деякою територією або в іншій точці визначається балансом за окремими полютантами та їхньою сукупністю. Сполучення природних факторів, що обумовлюють високий рівень забруднення, утворюють потенціал забруднення атмосфери (ПЗА). Ступінь реалізації потенціалу забруднення

атмосфери залежить від наявності й потужності джерел забруднення.

Таким чином, картографування забруднення атмосфери складається з картографування:

- потенціалу забруднення атмосфери;
- джерел забруднення;
- рівнів забруднення.

Картографування рівнів забруднення атмосфери може виконуватися для різних часових інтервалів та різних сполук (довготермінове забруднення повітря, короткочасне забруднення повітря при несприятливих метеоумовах).

Забруднення водних об'єктів – складний, багатофакторний і досить динамічний процес. Концентрації різних забруднюючих речовин, що наявні у водному середовищі, характеризуються складною часовою динамікою і залежать від:

- інтенсивності надходження у водойми;
- швидкості процесів самоочищення та осадження;
- обсягу водної маси, характеру і швидкості її руху.

Кожний з перерахованих факторів забруднення відносно незалежний від інших і має власну динаміку.

Екологічний стан водойм складається в результаті взаємодії факторів самоочищення й техногенного навантаження і визначається, головним чином, шляхом стаціонарних та експедиційних досліджень. Показники екологічного стану водойм включають значне число гідрохімічних і гідробіологічних характеристик, які можна відобразити на картографічній основі. Для водойм, які використовуються з господарсько-питною і рекреаційною метою, встановлено 11 основних показників складу і властивостей води (вміст завислих речовин; домішок, що плавають; запах і смак; колір; температура; кислотність; мінералізація; вміст розчиненого кисню; біохімічне споживання кисню; вміст бактерій та токсичних речовин), у тому числі ГДК для 420 речовин.

Для водойм, які використовуються у рибному господарстві, встановлено дев'ять основних показників складу і властивостей води (вміст завислих речовин; домішок, що плавають; смак і запах; колір; температура; кислотність; вміст розчиненого кисню; біохімічне споживання кисню; вміст токсичних речовин), у

тому числі ГДК для 72 речовин.

Для оцінки стану водойм вживається індекс сапробності. З метою картографування необхідні більш прості показники, обумовлені якомога більшим числом пунктів, які забезпечують можливість порівняння різних водних об'єктів. Як такий показник найчастіше використовується індекс забруднення води (*ІЗВ*).

Картографування забруднення поверхневих вод на основі даних натурних вимірів при експедиційних дослідженнях поширення не отримало у зв'язку з високою рухомістю водного середовища й, відповідно, швидкої мінливості показників забруднення.

Картографування фізичних факторів (шумове забруднення, електромагнітні й радіаційні поля), з одного боку, полегшується можливістю їхнього безпосереднього виміру за допомогою відповідних приладів, з іншого боку, ускладнюється внаслідок високої просторової й часової мінливості. Тому фізичні фактори середовища стають предметами картографування там, де існують стійкі джерела відповідних впливів: у районах радіоактивного забруднення; у зонах впливу автомагістралей, аеропортів та інших джерел шуму; поблизу випромінювачів радіохвиль і ЛЕП.

Характеристики фізичного забруднення на спеціалізованих картах прийнято зображати у відповідних одиницях виміру. При інтеграції фізичних характеристик у сумарні показники антропогенного навантаження необхідно провести нормування фактичних рівнів до гранично допустимих (перехід до часток відповідних ГДК). Об'єднання в одному показнику різних видів фізичних полів не практикується.

Проблема забруднення ґрунтів дуже поширена. Забруднюючі речовини здатні зберігатися у ґрунтах багато років і десятиліть, створюючи безпосередню загрозу здоров'ю населення. Наявність залишкового забруднення на місці старих промислових зон, складів, смітників часто стає причиною конфліктних ситуацій при житловому будівництві та рекреаційному освоєнні території, при укладенні угод з нерухомістю. Тому, наразі у нормативних документах по інженерно-екологічних вишукуваннях передбачене обов'язкове визначення показників забруднення ґрунтів важкими металами через їх індикаційне значення. У випадках, коли їх концентрації не перевищують фонові, дослідження на предмет інших видів забруднення не проводять.

Забруднення ґрунтів досліджується у двох аспектах:

- як самостійна екологічна проблема;
- як індикатор загального екологічного неблагополуччя територій.

Дослідження забруднення ґрунтів, спрямовані на порівняльну оцінку загального рівня екологічного неблагополуччя територій (еколого-геохімічні зйомки), проводяться у великих і середніх масштабах (від 1:200 000 до 1:10 000) і охоплюють території міст та їх частин, а в окремих випадках цілих регіонів. Вивчення та картографування забруднення ґрунтів дозволяє виявити наслідки техногенних впливів за весь період господарського освоєння території. В одних випадках це є перевагою методу, в інших – недоліком, насамперед внаслідок складності визначення тривалості цього періоду.

Картографування забруднення снігового покриву речовинами, що затримуються у снігу, дозволяє охарактеризувати атмосферні опади за конкретний сезон. Відбір снігових проб доцільно проводити наприкінці зими, щоб охарактеризувати якомога більш тривалий період, але до початку сніготанення, щоб уникнути вилуговування розчинних компонентів. Проби снігу відбирають із шурфів, до складу проби включається весь витягнутий сніг, на всю глибину снігового покриву. Для вірогідності результатів важливо виключити надходження у пробу часточок ґрунту, сміття тощо. Тому місця відбору обираються поза дорогами, стежками та іншими місцями, де ймовірно надходження механічних домішок. Під час відбору необхідно фіксувати дату й площу шурфу.

Склад донних відкладів відображає геологічну будову, рельєф та екологічний стан водозбірного басейну. У формуванні забруднення донних відкладів велику роль відіграє водний потік. Забруднюючі речовини неоднаково концентруються у відкладах різного гранулометричного складу. При відборі проб донних відкладів необхідно враховувати фаціальні особливості. Для об'єктивної характеристики водотоків і водойм рекомендується відбирати усереднені проби, що складаються з декількох часткових проб.

11.4. Комплексне екологічне картографування

Комплексність екологічного картографування означає одночасне відображення на карті:

- географічного середовища (ландшафтів), у якому відбувається взаємодія та розвиваються взаємовідносини між природними та соціально-економічними системами;
- техногенних і антропогенних впливів і реакції середовища на них;
- оцінок результатів взаємодії, тобто екологічного стану елементів природного середовища.

При цьому об'єктом картографування може бути як сучасний, так і минулий (у певний момент часу) або майбутній (у рамках прийнятих сценаріїв розвитку) стан середовища. Виняткова складність комплексного екологічного картографування обумовлена множинністю характеристик, які потрібно брати до уваги. Тому комплексне екологічне картографування можна порівняти з тематичною картографією в цілому.

Практично завдання комплексного екологічного картографування вирішується шляхом створення атласів і серій взаємозалежних карт екологічного змісту або складання окремих комплексних карт, зміст яких включає в мінімально припустимому обсязі всі перераховані елементи. В атласах і серіях карт переважна частина обсягу припадає на карти, що характеризують стан окремих компонентів середовища. Атласне картографування спирається на результати комплексних досліджень (нерідко проведених спеціально) і дає змогу глибоко й всебічно охарактеризувати екологічний стан території. Особливості комплексного екологічного картографування найбільш повно розкриваються у створенні комплексних екологічних карт.

Наразі виділяється три різновиди комплексних екологічних карт:

- інвентаризаційні;
- інвентаризаційно-оціночні;
- комплексні оціночні.

На інвентаризаційних картах показуються елементи природного середовища (природні зони, ландшафтні райони, ландшафти) і характер їхнього використання (сільське й лісове господарство тощо), а також джерела техногенного впливу на них –

міста, підприємства, транспортних магістралей, іноді з характеристикою обсягів і структури викидів і скидів. На інвентаризаційно-оціночних картах додається (нерідко за рахунок скорочення інших елементів змісту) характеристика реакції середовища на техногенні впливи на нього.

Оцінки носять наближений, якісний характер і ґрунтуються на біоіндикаційних даних (стан лісів, луків тощо) або на матеріалах випробування геокомпонентів (рис. 11.1).

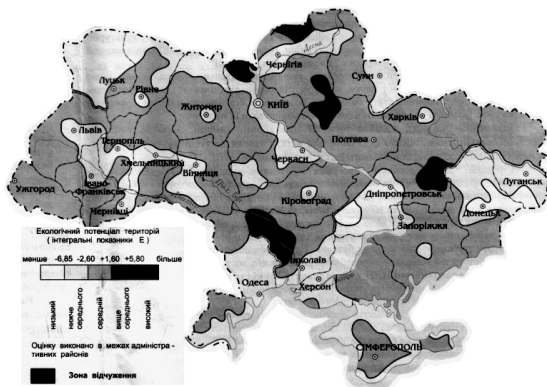


Рис. 11.1. Екологічний потенціал територій

На комплексних оціночних картах основним елементом змісту стають оцінки екологічних ситуацій, які можуть характеризувати стан як окремих геокомпонентів, так і середовища в цілому. При цьому під екологічною ситуацією розуміється сполучення різних, у тому числі позитивних і негативних з погляду проживання й стану здоров'я людини умов і факторів, що створюють певний екологічний стан на території, різний рівень благополуччя або неблагополуччя.

Принцип комплексності оцінки стану середовища означає просторово диференційований облік всієї системи взаємозв'язків між організмами й середовищем. Практично вирішення цього завдання може бути досягнуто на основі кількісних досліджень стану всіх геокомпонентів, або на рівні якісних (експертних) оцінок. При цьому необхідно відзначити, що найважливішим фактором формування екологічних ситуацій є стійкість ландшафту.

Поряд зі стійкістю ландшафтів, до конкретних видів впливів може бути віднесена і власне стійкість ландшафтів, що є біоцентричною за своїм змістом. Її основний фактор – стан біоти: умови існування та динаміка складових її популяцій, тобто стійкість екосистеми. Показники стану та стійкості екосистем непорівняльні за одиницями виміру, деякі з них носять якісний характер або вимагають додаткової інтерпретації. Тому їхнє врахування здійснюється у формі бальних оцінок, а інтеграція – шляхом підсумовування балів.

Безпосереднє врахування стійкості можливе у вигляді картографування кількісних характеристик очисної здатності середовища стосовно певних впливів (наприклад, у кілограмах політанта за одиницю часу, на км² території або на км водотоку). Це дозволяє перейти від статичного картографування забруднення до динамічного з найбільш повним розкриттям можливостей геоінформаційних технологій: математичним моделюванням потоків забруднень з візуалізацією методом графічної мультиплікації у вигляді карт фільмів.

Легенди екологічних карт відрізняються великою складністю і включають значну частину арсеналу образотворчих засобів тематичної картографії. Знаками (у тому числі структурними) зображуються джерела, обсяги та структура техногенних і антропогенних впливів (міста, підприємства), а також унікальні природні об'єкти, що не виражаються у масштабі карти. Лінійними знаками показуються елементи географічної основи, що мають значення для характеристики екологічного стану: гідромережа (у тому числі з характеристикою якості води), комунікації (у тому числі з характеристикою напруженості використання і/або впливу на середовище).

Якісним фоном може передаватися як характеристика ландшафтів і природокористування, так і оцінка екологічного стану. При цьому на комплексних екологічних картах часто використовують одночасно дві системи якісного фону: фарбування і штрихові позначення. Додатково для характеристики складу екологічних проблем використовуються складні буквені індекси. Ізолінії застосовуються для кількісної характеристики стану середовища (рівні забруднення атмосферного повітря, ґрунтів та ін.).

Ареалами традиційно позначають території поширення

видів, що охороняються, природні території, що охороняються, а також обсяги викидів, скидів, твердих відходів, пестицидів і т.д. на одиницю площі (або в розрахунку на чисельність населення, величину стоків). Картодіаграмами позначають абсолютні характеристики впливів у межах територіальних одиниць.

11.5. Геоінформаційні технології в екологічних дослідженнях

Вивчення об'єктів за картами, як і будь-яке інше дослідження, складається з кількох етапів: постановка завдання; підготовка до вивчення об'єкта; дослідження; інтерпретація (розкриття змісту) одержаних результатів.

На етапі підготовки до вивчення об'єкта підбирають необхідні карти, оцінюють повноту їхнього змісту, точність, сучасність тощо, а також те, як вони доповнюють одна одну, наскільки порівнянні з точки зору придатності для вирішення поставленого завдання. Проведений аналіз дозволяє визначити основні й допоміжні карти, оптимальний склад їх (дуже велика кількість карт ускладнює дослідження, може “розмити” його цілеспрямованість). На цьому етапі обирають також прийоми аналізу, технічні засоби.

На етапі дослідження складаються висновки з одержання перших результатів, які дозволяють попередньо оцінити правильність постановки завдання, вибору карт і прийомів роботи з ними. Якщо потрібно, в дослідження вносять певні уточнення (добирають чи відкидають деякі карти, уточнюють прийоми аналізу тощо). Робота на цьому етапі супроводжується складанням нових похідних карт, проміжних моделей. Закінчується етап одержанням запланованих даних.

Заключний етап інтерпретації одержаних результатів є найвідповідальнішим у дослідженні. Його метою є встановлення відповідності між одержаними формалізованими даними (такими, наприклад, як результати математичних обчислень) і певною системою фактів, закономірностей і поглядів на суть об'єкта дослідження з урахуванням географічних особливостей характеру його просторового розміщення. Інтерпретація закінчується висновками і практичними рекомендаціями (в нашому прикладі – висновком про можливість поширення району забруднення і особливості організації захисних робіт). У разі потреби

формулюють висновки та рекомендації з методики організації аналогічних досліджень.

Метою багатьох географічних досліджень є вивчення особливостей та закономірностей розміщення об'єктів, виявлення їх структури та взаємозв'язків, вивчення динаміки тощо. Картографічні дослідження проблеми охорони навколишнього середовища базуються на розумінні об'єктивних закономірностей розвитку процесів взаємодії природи і суспільства. Практичне застосування системного підходу в картографічних дослідженнях проблеми охорони навколишнього середовища поєднується з широким використанням методу моделювання. Для картографічних досліджень особливо важливо виявити загальні і специфічні методи створення моделей (математичний, логіко-математичний, математико-кібернетичний, евристичного програмування, автоматичного картографування і ін.), самі споживані типи моделей і можливості переходу від одних типів моделей до інших.

Використання аналітичних можливостей географічних інформаційних технологій допомагає з'ясувати чим обумовлене місце розташування визначених явищ (об'єктів) і які між ними зв'язки. Тип даних та об'єктів, з якими споживач карти збирається працювати, визначає специфіку методу аналізу, який найкраще використовувати. І навпаки, якщо він вирішив використовувати конкретний метод, щоб одержати інформацію потрібної якості, необхідно забезпечити необхідний набір вихідних даних.

Вибір методу аналізу. Майже завжди є кілька способів одержання інформації, яка необхідна споживачу. Одні методи більш швидкі і дають більш наближену інформацію, інші можуть зажадати більш детальних даних, більшого часу і зусиль на обробку, але забезпечать більш точні результати. Вибирають метод аналізу виходячи з поставленої проблеми і того, як будуть використані його результати. Як тільки метод обраний, необхідно побудувати ланцюжок його реалізації засобами геоінформаційних технологій.

Оцінка результатів. Результати аналізу можуть бути представлені у виді карти, значень у таблиці або діаграм – фактично нової інформації. Необхідно вирішити, яку інформацію варто нанести на карту, як групувати значення для найкращого

представлення даних.

У процесі оцінки результатів можна визначити об'єктивність і необхідність отриманої інформації, прийняття рішення про повторення аналізу з іншими параметрами або застосуванні іншого методу. ГІС-технології дозволяють порівняно легко зробити необхідні зміни й одержати новий результат.

Типи об'єктів. Просторові об'єкти можуть являти собою дискретні, безперервні або узагальнені по площі явища. Для дискретних точкових, лінійних або площинних об'єктів завжди може бути визначене їх фактичне розташування на місцевості. Тобто у будь-якій точці простору даний об'єкт може бути або представлений, або – ні (джерело забруднення водоймища, розташування підприємства на карті, лінія водостоку, лінія магістралі й т.п.).

Безперервні явища, на відміну від дискретних, характеризують не окремі просторові елементи, а територію в цілому (характеристики опадів або температур). Безперервність даних явищ у тім, що неможливо вказати проміжки по площі поширення явища даного типу, у яких би вони були відсутні. Безперервні дані часто представляють у виді регулярних (дані про рельєф) або нерегулярних множин точок (метеостанції). Використовуючи дані в цих точках, здійснюється процес інтерполяції значення в проміжках між ними.

Безперервні дані можуть також бути представлені у виді обмежених областей, у межах яких розташовані однотипні дані (одного типу ґрунти або рослинності). Незважаючи на те, що дані міняються безупинно, границі вказують дискретну зміну величини в межах заданих площ.

Об'єкти, узагальнені по площі, відображають узагальнену характеристику або концентрацію окремих об'єктів у межах даної області (кількість будинків у районі забруднення міста). Таким чином, величина такого показника характеризує площу цілком, а не кожну її точку зокрема.

Багато даних надходять вже в узагальненому вигляді. У їхньому числі демографічні дані, що оперують узагальненими поняттями (“середній рівень забруднення”, “середня щільність насаджень” і так далі) або процентними співвідношеннями категорій (відсоток жителів по вікових категоріях або відсоток за ознакою захворювання). Узагальненню можуть піддаватися й

інші типи даних. Якщо об'єкти мають код, що визначає їх приналежність якої-небудь площі, вони можуть стати об'єктом статистичного аналізу. Якщо об'єкти не мають коду, який характеризує їх приналежність якої-небудь площі, можна засобами ГІС установити дану приналежність шляхом накладення різних шарів карти і зробити узагальнення даних по площі.

Типи моделей. Просторові дані можуть бути представлені в комп'ютерних ГІС-технологіях двома типами моделей: векторній та растровій.

У векторній моделі кожному об'єкту відповідає рядок у таблиці, і положення його границь у просторі визначено координатами X і Y (ГІС з'єднує ці точки лініями або контурами). Об'єкти можуть бути представлені окремими точками, лініями або полігонами. Такі місця на карті мають пари географічних координат. Так лінії представляються серією координатних пар. Площі, які окантовані границями, представляються у виді закритих полігонів. Вони можуть бути визначені адміністративно – як ділянки землі, а можуть мати природні границі – як річкові басейни. У процесі аналізу векторних даних значно більше часу затрачається на обробку (узагальнення) атрибутів в атрибутивній таблиці шару.

Растрова модель представляє безперервний простір у виді матриці осередків. Кожен шар представляє один атрибут (хоча інші можуть бути приєднані до нього), і тому більше часу іде на створення нових шарів, що несуть значення інших атрибутів. Розмір осередків, що задається при створенні растрового шару, істотно впливає на точність результатів аналізу і вигляд карти (плану). Він визначається, виходячи з точності вихідної карти і мінімальних розмірів об'єктів, які картографуються. Використання занадто великих розмірів осередків призводить до втрати дрібних деталей. Використання занадто малих осередків займає невиправдано великі обсяги пам'яті, значно збільшуючи час аналізу і додає зайву точність карті.

У той же час різні типи об'єктів по-різному представляються різними моделями даних. Так дискретні об'єкти і дані, узагальнені по площі, як правило, представляють за допомогою векторної моделі. Безперервні категорії представляють як у векторі, так і в растрі, а безперервні числові величини частіше представляють з використанням растрової моделі. Кожен топо-

графічний об'єкт має один або більш атрибутів, які ідентифікують даний об'єкт, описують його або представляють деяку величину, зв'язану з об'єктом. Вибір типу аналізу частково залежить і від типу атрибутів, які використовуються.

Типи атрибутивних величин. До атрибутивних величин відносять: категорія, ранг, кількість та величина, відносини. Категоріями є групи подібних об'єктів. Вони допомагають краще відобразити сутність даних. Об'єкти одного класу завжди якимсь образом подібні і мають характерні відмінності від об'єктів іншого класу (до категорії доріг можна віднести автостради, дороги з твердим покриттям або дороги без покриття; зелені насадження – листяні, хвойні або чагарники, об'єкти гідрографії – струмок, річка шириною до 5 м, від 5 до 15 м, від 15 до 30 м, 30 м і більше і т.п.). Значення категорій можуть бути представлені у виді числового коду, або тексту, або умовної позначки. Текстові значення часто приводяться в скороченому виді з метою економії місця в таблиці.

Ранги як би систематизують об'єкти в порядку зростання або убутання величини якогось параметру (характеристики). Ранжирування використовуються, коли безпосередня оцінка величини скрутна або визначається цілою комбінацією факторів. Як правило, ранжирування здійснюється методом експертних оцінок або іншими методами.

Кількість та величина відбивають числові значення параметрів об'єкту. Кількість відображає фактичне число об'єктів заданого виду на карті. Величина може представляти деяку числову асоціацію з кожним об'єктом. Використання показника кількості або величини дозволяє побачити реальне значення кожного об'єкту і порівняти його зі значеннями його сусідів. Відношення відображає взаємозв'язок між двома величинами і визначається для кожного об'єкту шляхом розподілу однієї величини на іншу. Можна виділити два типи відносин – пропорція і щільність.

Види атрибутивної величини. Атрибутивні величини можуть бути дискретними або безперервними. Категорії і ранги – це дискретні величини, що використовують числа і значення, які утримуються в шарі даних. Причому, більш, ніж один об'єкт може мати ту саму величину. Крім того, як правило, мається, принаймні, один об'єкт, який приймає будь-яке дане значення.

Кількість, величина і відношення є безперервними величинами – у кожному об’єкті потенційно закладена величина, що знаходиться на інтервалі між мінімальним і максимальним значенням.

Робота з таблицями даних. Робота з таблицями даних, які містять атрибутивну інформацію і підсумкову статистику є важливою частиною ГІС-аналізу. Основними операціями роботи з таблицями є вибірка, обчислення і статистичний аналіз.

Засоби відображення. Засоби відображення у ГІС-технологіях дозволяють розділити об’єкти, використовуючи для кожної категорії різні умовні знаки. Відображення об’єктів по категоріях допомагає підкреслити функціональне призначення місця розташування об’єктів.

Об’єкт може належати більш ніж одній категорії. У такому випадку комплексне використання відразу декількох категорій може виявити нові закономірності (можна відобразити об’єкти гідрографії: озера, струмки, ріки відкриті і підземні). Як правило, на одній і тій же карті показують кілька категорій. Однак, якщо закономірність залежить від комплексу факторів, або об’єкти розташовані дуже близько друг до друга, є смисл створення окремого плану (шару) для кожної категорії. У цьому випадку простіше досліджувати закономірності розподілу усередині кожної категорії. Це особливо правомірно, коли мова йде про нанесення на план точкових об’єктів.

Кількість категорій, що відображаються. При аналізі може знадобитися вивести одночасно на одній карті кілька категорій об’єктів. При цьому необхідно враховувати, що більшість людей може сприймати на карті до семи кольорів або штрихувань одночасно. Тому відображення більшого числа кольорових категорій утруднить сприйняття. Характер розподілу об’єктів і масштаб карти (плану) також впливають на число категорій, що припустимо відображати разом.

Розподіл об’єктів на карті (плані). Якщо на карті (плані) маленькі об’єкти переважають над великими та розташовані купчасто, користувачам буде складно розрізнати категорії. Однак мала щільність розподілу об’єктів дає можливість показати одночасно більшу кількість категорій, чим при щільному їх розташуванні.

Якщо використовується більше шести або семи категорій, може виникнути потреба згрупувати їх так, щоб зробити відо-

браження більш наочним і простим для сприйняття. Таким чином, можна генерувати різні плани (карти), використовуючи той самий набір категорій. При цьому компроміс полягає в тому, що деяка важлива інформація може бути загублена (місця окремих ділянок). Однак використання меншої кількості категорій полегшує розуміння карти для більш широкої аудиторії, але знижує кількість деталей, що відображаються.

Групувати категорії можливо декількома способами. Один спосіб полягає в тому, щоб привласнити кожному запису в базі даних два коди: один для особистої категорії, другий - для групової. Це здійснюється шляхом вибору всіх об'єктів з відповідним значенням особистого коду і наступним присвоєнням значення узагальнюючого коду всім об'єктам вибірки відразу. Однак, якщо знадобиться змінити угруповання даних категорій, необхідно буде робити вибірку і призначення кодів знову.

Інший спосіб угруповання категорій полягає в тому, щоб створити нову таблицю (шар), що містить один запис для кожного особистого коду з відповідним йому узагальнюючим кодом. Коли необхідно показати карту (план), до таблиці по ознаці відповідності полів із особистими кодами приєднується нова таблиця, що містить відповідні значення узагальнюючого коду, по якому і відображаються об'єкти. Це вимагає додаткової роботи з введення даних, але істотно полегшує процес перегрупування категорій.

Третій метод угруповання категорій полягає в тому, щоб просто привласнити той самий символ різним особистим категоріям, що складають одну загальну категорію. Цей метод дозволяє уникнути необхідності змінювати структуру бази даних або створювати нові таблиці, але узагальнюючі коди в цьому випадку недоступні для інших типів аналізу.

Вибір умовних знаків. Кольори і символи, що використовуються для відображення категорій, можуть допомогти відшукати закономірності в розподілі даних. Якщо на карту (план) наносяться точки розташування об'єктів, то доцільно використовувати один тип символу з різними кольорами для кожної категорії, або різні форми символу для кожної категорії, або обидва способи відразу. Використання унікального символу може наочніше виявити закономірність, оскільки для точкових символів легше відрізнити форму чим колір. Якщо карта буде друку-

ватися, необхідно переконатися, що точкові символи досить помітні в обраному масштабі карти, але і не затінюють інші об'єкти.

Якщо на карті відображаються лінійні об'єкти, необхідно використовувати різні типи ліній (подвійні, пунктирні і т.п.), щоб розділити категорії. Якщо лінія зроблена досить широкою (вулиця, смуга зелених насаджень), можна для поділу категорій використовувати колірне розфарбування. Різні пробіли і символи часто використовуються для відображення результатів ранжирування категорій. Комплексне використання кольорів і символів добре допомагає розділяти категорії. Текстові позначення можуть також допомогти в поділі категорій. На окремих картах можуть використовуватися дві або три символічних комбінації для маркування кожного об'єкту і включати кілька характеристик.

Аналіз розподілу числових показників дозволяє порівнювати об'єкти на основі їх кількісних характеристик, визначаючи місця, які відповідають заданим критеріям або виявляючи просторові зв'язки між кількісними показниками явища (об'єктів). На карті можливо відображення числових значень умовними позначками, а також показати як щільність розподілу самих об'єктів, так і їх числові характеристики.

Побудова карт щільності дає можливість візуально оцінити концентрацію об'єктів (явищ) на ділянці місцевості. Це допомагає відшукувати області, що вимагають впровадження термінових заходів або відповідають іншим обраним критеріям, а також контролювати зміни умов.

Аналіз оточення об'єкту. Кожен об'єкт не знаходиться на місцевості ізольовано. Розміщення об'єктів на земній поверхні визначається вже під час безпосереднього розгляду карт. Тому аналіз оточення дозволяє в межах заданої відстані оцінити територію, що прилягає до об'єкту, або оцінювати його просторові зміни та взаємозв'язки. Це дає можливість контролювати події, що відбуваються в заданому оточенні, визначати територію впливу або оцінювати його наслідки.

Найчастіше за картою одержують дані про місцеположення і особливості поодиноких об'єктів. Якщо потрібно, візуальне сприйняття місцеположення об'єкта, величини або форми об'єкта доповнюють картометричними і графічними роботами.

Аналіз структури об'єкта передбачає виявлення складових, які цей об'єкт утворює, просторового розміщення їх, підпорядкованості. Так, за гідрографічною картою можна встановити основні русла річок, притоки різних рівнів, характер їхнього взаємного розміщення, густоту річок та її контрастність на окремих ділянках тощо.

Карти дають можливість аналізувати просторові взаємозв'язки об'єктів за різними напрямками: зв'язки внутрішні та зовнішні, сила зв'язків, їхня просторова мінливість, фактори, що зумовлюють зв'язки, тощо. Виявлення зв'язків здійснюють за однією чи кількома картами. Застосовують всі прийоми аналізу. Так, візуальний аналіз загально-географічної карти показує чіткий зв'язок між гідрографією і рельєфом.

Зіставлення різних за змістом карт збільшує можливості аналізу. Один з поширених прийомів зіставлення — накладання карт одна на одну. Для цього найпридатнішими є карти, створені в однакових масштабах, і проекції та мають однакове призначення (серії екологічних карт, карти комплексних науководовідкових тощо). Такі карти мають один і той же розмір і розміщення загальногеографічних елементів змісту, за якими легко суміщати картографічні зображення.

Аналізуючи тематичний зміст, звертають увагу на те, наскільки збігаються обриси об'єктів дослідження на різних картах, їхня площа, рисунок ізоліній та ін. Аналізують не тільки очевидну подібність, а й відхилення від неї. Так легко встановити зв'язок фауни і рослинності з кліматичними особливостями території та ін. Полегшують встановлення зв'язків між об'єктами дослідження різні графічні прийоми, прикладами яких є профілі, блок-діаграми, рози-діаграми тощо.

Серед математичних прийомів часто застосовують кореляційний аналіз, який дозволяє встановити форму і тісноту зв'язків між об'єктами. Якщо об'єктів два і зв'язок між ними має прямулінійний характер (тобто значення зв'язку, нанесені на графік, розміщуються вздовж певної прямої), обчислюють коефіцієнт парної кореляції (r). Прикладами лінійної залежності є зв'язки між тривалістю сонячного сьйва та випаровуванням з поверхні суші, кількістю опадів і густотою посівних площ тощо. Величина коефіцієнта парної кореляції змінюється від +1 до -1. Чим ближче підрахований коефіцієнт до цих значень, тим тіс-

ніший зв'язок між об'єктами. Додатне значення коефіцієнта свідчить про пряму залежність (тобто зі збільшенням одного показника збільшується й інший), від'ємне — про обернену залежність (тобто зі збільшенням одного показника інший показник зменшується). Вважають, якщо $r = 0,7$ і більше, то між об'єктами існує тісний зв'язок, якщо r близький до 0, то зв'язку немає.

Але не завжди збіг картографічних зображень на різних картах є доказом тісних зв'язків між об'єктами. Всі графічні й математичні прийоми обов'язково супроводжуються та доповнюються географічним аналізом причинно-наслідкових зв'язків. У тих випадках, коли ряд даних, за якими можна визначити зв'язки, невеликий, а самі дані не можуть бути одержані з великою точністю, визначають ранговий коефіцієнт кореляції (r). Ранговий коефіцієнт доцільно використовувати під час аналізу картограм, кількісні показники яких відносяться до певних площ, а ряд показників відносно невеликий. Ранговий коефіцієнт відбиває залежність між об'єктами так само, як і коефіцієнт парної кореляції, і змінюється від +1 до -1.

Аналіз динаміки природних і суспільних явищ можна вивчати за картами двома шляхами. Перший — за однією картою, на якій зміни стану об'єкта подані відповідними картографічними засобами (наростаючими знаками, знаками руху тощо). Другий — за кількома картами, кожна з яких відображає стан об'єкта за певний відрізок часу або на певну дату (різночасові карти). Діапазон просторових змін об'єкту вимірюється за допомогою таких понять, як відстань, час або витрати. Можливість візуально оцінювати зміни, які відбуваються, дозволяє глибше зрозуміти їх причини, передбачати й оцінювати наслідку їх впливу.

Географічні об'єкти можуть змінювати місце розташування, геометрію або свої властивості (рис. 11.2). Зміни також можуть стосуватися і кількісних показників об'єкту.

Вибір моментів часу, а також розбивка тимчасових інтервалів, у плінні яких проводяться спостереження, багато в чому визначають процес виявлення просторових закономірностей на карті.

У процесі аналізу явища можливо використання таких моделей оцінки зміни за часом:

- тенденцію — зміна явища між двома (або більш) момента-

ми часу;

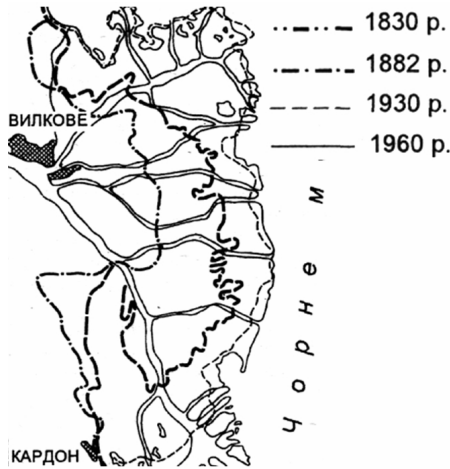


Рис. 11.2. Зміщення берегової лінії в дельті Дунаю за топографічними картами різних часів

- “до” і “після” – умови, що були перед подією, і наслідки після неї;
- цикл – зміни явища, що повторюється з визначеним періодом часу (раз у день, місяць або рік).

Картометричними прийомами можна визначити кількісні показники динаміки. Прирости координат ($\pm\Delta x$, $\pm\Delta y$) характеризують просторове переміщення точкових об’єктів, зміну довжини, площі, об’єму об’єкту тощо. Разом з величиною змін можна встановити їхній напрямок (вектор), визначити швидкість змін V за той чи інший відрізок часу Δt :

$$V_l = \frac{\Delta l}{\Delta t}, \quad V_p = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \text{і т.д.}$$

Карти застосовують і для прогнозування стану і можливих змін явищ (об’єктів), безпосереднє вивчення яких неможливо. Розрізняють прогнози просторові, часові й просторово-часові. Просторовий прогноз (прогноз поширення об’єктів) базується на екстраполяції, тобто вивченні в даному випадку закономірностей розміщення об’єктів на добре дослідженій території і по-

ширенні цих висновків на недостатньо досліджені території. Так, досвід, накопичений під час медико-географічних досліджень, свідчить, що в разі встановлення зв'язків між певним видом захворювання та природними і соціально-економічними умовами можна окреслити за картами потенційно небезпечні райони виникнення та поширення даного захворювання. Прогноз у часі є науково аргументованим передбаченням майбутнього стану об'єктів, наприклад розмивання берегів, забруднення оточуючого середовища тощо. Він є типовим для метеорології та кліматології. Зіставлення карт з різними даними метеоспостережень дає можливість виявити тенденції розвитку атмосферних процесів, передбачити переміщення фронтів, циклонів і антициклонів, зон опадів тощо.

В більшості випадків прогноз у часі за суттю є просторово-часовим прогнозом, тому що картографічному зображенню притаманне відбиття, перш за все, просторових ознак об'єктів. Картографічний прогноз базується не тільки на даних, одержаних за картами. Він враховує теоретичні уявлення про об'єкт дослідження та робочі гіпотези про можливі шляхи його розвитку, які можуть змінюватись або уточнюватись під час роботи. Тому за ступенем достовірності розрізняють попередні прогнозні карти, карти ймовірних і найімовірніших прогнозів. Вони розрізняються за масштабом, ступенем докладності змісту, наявністю кількісних даних про час і глибини змін об'єкта.

? Контрольні запитання і вправи для самоперевірки:

1. Предмет і задачі екологічного картографування.
2. Дайте класифікацію екологічних карт.
3. Сутність відображення екологічної інформації способом знаків, лінійних знаків, якісного та кількісного фону.
4. Сутність відображення екологічної інформації способом точковим, ізоліній, ареалів, локалізованих діаграм.
5. Що собою уявляє картографічний метод досліджень і які завдання вирішують за його допомогою?
6. Сутність відображення екологічної інформації способом картодіаграм, картограм, знаками руху.
7. Сутність картографування атмосферних забруднень.
8. Сутність картографування забруднення вод суші.
9. Сутність картографування фізичного забруднення.

10. Сутність картографування забруднених ґрунтів.
11. Методи дослідження за картами. Їх сутність.
12. Що передбачають способи досліджень за однією картою?
13. Що передбачають способи роботи з серіями карт або з картами атласу?
14. Особливості комплексного екологічного картографування.
15. За картою визначити спосіб відображення екологічної інформації.
16. За статистичними даними нанести на карту стан повітря в регіоні.
17. За статистичними даними нанести на карту стан поверхневих вод в регіоні.
18. Які особливі принципи картографування для екологічного моніторингу?
19. За статистичними даними нанести на карту стан ґрунтів в регіоні.
20. Яка основна сутність геоінформаційних технологій в екологічних дослідженнях?
21. За екологічною картою провести аналіз оточення об'єкту.

Література для самопідготовки

Основна:

1. Моніторинг довкілля : підручник. : Том. 2. / Запольський А. К., Войцицький А. П., Пількевич І. А., Малярчук П. М., Багмет А. П., Парфенюк Г. І. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006». – 360 с.
2. Багмет А.П. Екологічне картографування та основи ГІС-технологій. Навч. посібник/ А.П. Багмет, С.Г. Герасимов, О.В. Пшоняк.– Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2010.– 256 с.

Додаткова:

1. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. – К.: Вища шк., 2010.- 399 с.
2. Стурман В.И. Экологическое картографирование: Учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2003.- 251 с.
3. Экологическая информация и принципы работы с ней / Под ред. В.Н. Виниченко; Гусева Т.В., Дайман С.Ю., Хотулева М.В., Виниченко В. Н., Веницианов Е. В., Молчанова Я. П., Заика Е. А. – М., 1998. <http://www.ecoline.ru/mc/books/infobook/>

Розділ І2

ПРОЕКТУВАННЯ, СКЛАДАННЯ ТА ВИДАННЯ КАРТ

12.1. Методи створення карт

Географічні карти можна створювати різними методами. Один з них – проведення безпосереднього наземного знімання на місцевості, або польове знімання, під час якого одержують дані для великомасштабних карт. Для створення тематичних карт (геологічних, геоморфологічних, фауни, рослинності, ландшафтних тощо) проводять польові знімання способами, які відповідають тематичній спрямованості цих карт.

Другий метод – камеральне картографування, яке здійснюють у лабораторних чи інших умовах закритих приміщень. Його застосовують під час створення середньо- та дрібномасштабних карт. Метод базується на обробці різноманітних картографічних, статистичних, наукових та інших вихідних джерел. Для загальногеографічних та деяких тематичних карт таким джерелом є однойменні карти більшого крупнішого масштабу. Гіпсометричні карти, карти густоти річкової сітки, морфометричні карти рельєфу тощо складають за загальногеографічними картами, кліматичні та гідрологічні карти за даними в числовій або графічній формі, отриманими під час стаціонарних досліджень і вимірювань, а карти населення чи економічні – за статистичними даними.

Серед різноманітних картографічних джерел найбільш універсальними є матеріали аерокосмічного знімання, за якими складають як загальногеографічні, так і тематичні карти.

Камеральне картографування в загальному вигляді складається з чотирьох етапів: проектування карти, яке полягає у розробці документів, потрібних для організації та ефективного виконання всіх робіт по створенню карти; складання карти, або роботи з графічної побудови оригіналу карти; підготовка карти до видання, тобто приведення її у вигляд, який задовольняє вимогам поліграфічного виробництва; видання карти, її поліграфічного відтворення та друкування в необхідній кількості екземплярів.

Проектування карти – основним результатом цього етапу

є програма карти (редакційний план).

Розробку програми карти починають з формулювання завдання на її створення, в якому вказують назву (або тему) карти і територію, яку належить картографувати, масштаб та цільове призначення.

Програму карти створюють за даними детального вивчення географічних особливостей території та об'єктів картографування із залученням найповніших, достовірних та сучасних вихідних картографічних джерел. Після первісного ознайомлення зі змістом карти та картографічними джерелами складають її попередню програму з викладенням основних положень. Згідно з цією програмою збирають всі потрібні джерела і детально вивчають об'єкт картографування, після чого розробляється остаточно докладна програма карти (рис. 12.1).



Рис. 12.1. Загальні схема послідовність розробки програми карти

У наступному розділі програми подають відомості про математичну основу карти: масштаб, назву картографічної проєкції, характеристику проєкції за спотвореннями. В цьому розділі зазначають також розмір карти і подають вказівки щодо побудови внутрішньої рамки та картографічної сітки. В окремому

розділі програми наводиться перелік усіх матеріалів (картографічних джерел), за якими буде складатися карта, вказується послідовність, спосіб і ступінь використання їх (тобто вказується, що буде перенесено з кожного джерела на нову карту).

Найважливішим є розділ програми, присвячений змісту карти. Він містить перелік і класифікацію об'єктів, їхні характеристики та показники, способи зображення, а також конкретні рекомендації щодо картографічної генералізації. В цьому розділі мають бути вирішені питання оформлення карти, основними з яких є проектування умовних знаків та конструювання легенди карти.

Програма будь-якої карти починається з вступного розділу. В ньому, вказується назва карти та її масштаб, територія, яка буде картографована, а також докладно формулюють призначення карти.

Важливе значення, особливо для тематичних карт, має компонування карти. Тому в програмі наводяться відомості, потрібні для розробки цього розділу програми.

Завершується текстова частина програми технологічним розділом, в якому описуються способи і послідовність виконання робіт, пов'язаних зі створенням карти та підготовкою її до видання.

Обов'язковими в програмі карти є графічні додатки, які доповнюють та ілюструють окремі розділи програми, роблять їх більш чіткими й зрозумілими. Основними серед них є легенда карти та макет її компонування. До програми можуть також додаватися зразки картографічного подання змісту на типових ділянках, схеми районування території, забезпеченості картографічними джерелами тощо. Крім того, до програми додається перелік використаної літератури.

Неодмінною вимогою до всіх некартографічних джерел є *обов'язкова локалізація* їх, або *координатна прив'язка*. Таку локалізацію можна провести шляхом фіксації (встановлення) безпосередньо на карті положення об'єктів, до яких відносяться дані некартографічних джерел, або зазначення координат, за якими об'єкти можна подати на карті.

Пошук необхідних картографічних джерел проводять у державних і відомчих бібліотеках, картосховищах та архівах. У розвинутих галузях картографування є спеціальні органи, які

збирають, систематизують і зберігають відповідні карти, атласи, матеріали знімальних робіт і документацію до них.

Різноманітна узагальнена цифрова інформація з основних галузей народного господарства, екологічного стану та соціальної інфраструктури систематично (щорічно) публікується державним статистичним управлінням, а кліматичні та гідрологічні показники – у відповідних довідниках.

Зібрані картографічні джерела аналізують з метою їхньої оцінки та відбору, з тим, щоб виходячи з типу конкретної карти, визначити можливість їх використання.

Вивчення об'єкта картографування має на меті виявити його типові риси і характерні особливості, закономірності розташування, взаємозв'язки між його складовими тощо.

Об'єкт картографування вивчають за картографічними матеріалами, географічними описами й іншими літературно-довідковими джерелами послідовно – від встановлення загальних закономірностей розміщення об'єктів до детального аналізу їх. В разі потреби лабораторне вивчення доповнюють польовими обстеженнями (зніманням).

Важливим питанням розробки математичної основи карти є вибір і обґрунтування масштабу. Вирішують таке завдання різними шляхами. Перший з них – вибір та обґрунтування масштабу залежно від призначення карти, вимог до точності вимірів за нею, повноти і докладності змісту. Другий – врахувань заданих (стандартних) розмірів аркушів паперу, на яких буде складатися та друкуватися карта.

Проектування змісту карти полягає у визначенні об'єктів змісту карти, показників та одиниць картографування. Супроводжується проектування змісту розробкою легенди карти, вибором способів картографічного зображення і зображувальних засобів. Тематичні (екологічні) карти в камеральних умовах проектують у два етапи. На першому етапі визначають зміст географічної основи, на другому – розробляють тематичний зміст карти.

Географічна основа – це загальногеографічна частина змісту тематичних і спеціальних карт. Загальногеографічні елементи змісту карти відіграють роль каркасу, відносно якого здійснюють прив'язку тематичного змісту створюваних карт.

Вибір елементів географічної основи залежить від темати-

чного змісту карти, що складається. Тематичний зміст розробляється з урахуванням призначення карт, що дозволяє відібрати для конкретної карти саме ті показники об'єкта, які найкраще його характеризують з того чи іншого боку.

Розробка змісту карти супроводжується визначенням принципів та шляхів генералізації. Вона проявляється у відборі об'єктів та елементів змісту та в докладності класифікацій. Саме на етапі проектування змісту карти встановлюють цензи та норми відбору об'єктів та їхніх показників, ступінь генералізації ліній та обрисів тощо. Найбільш наочно проявляється ступінь генералізації під час розробки умовних знаків, вид та форма яких, у свою чергу, значною мірою залежить від особливостей просторового поширення об'єктів, характеру локалізації їх.

Завдання генералізації вирішуються як під час проектування змісту карти, так і в процесі її складання.

Проектування систем умовних знаків та конструювання легенди карти є одним з основних завдань оформлення карти. Вирішується також завдання художнього проектування карти (картографічного дизайну) для забезпечення її естетичної виразності. Оформлення карти розробляють з урахуванням її призначення, змісту та способу використання.

Під час проектування умовних знаків застосовують системний підхід до вирішення завдання. Такий підхід визначає певні принципи проектування знаків відповідно до особливостей геосистеми, яка подаватиметься на карті.

Основні вимоги до розроблених умовних знаків: знаки системи (підсистем) повинні чітко розрізнятися між собою; знаки кожної підсистеми повинні зберігати певну схожість; відношення між знаками повинні відображати відношення між картографованими об'єктами. Разом з тим знаки повинні легко читатися, розпізнаватися та запам'ятовуватися. Це забезпечується простотою форми і структури знаків, чіткою відмінністю їх елементів.

Графічний вигляд умовних знаків конкретної карти залежить від обраного способу картографічного зображення, прийнятих зображувальних засобів та ін.

Завершується робота з проектування умовних знаків *розробкою легенди карти*, в якій всі знаки і пояснення до них розміщують у певній послідовності відповідно до обраних класифі-

кацій об'єктів, їхньої підпорядкованості тощо. Для легенди обов'язковими є: вичерпна повнота, тобто включення всіх застосованих на карті знаків; точна відповідність знаків у легенді й на карті; стислість, ясність та однозначність пояснень до графічних символів. Під час проектування легенди розробляють *шкалу кількісного показника* (якщо розуміти шкалу як систему чисел, якими оцінюють ту чи іншу категорію об'єктів) для багатьох способів зображення (локалізовані знаки, картодіаграми, картограми, кількісний фон та ін.). Саме за шкалою встановлюють розмір і масштабність (порівнянність розмірів) локалізованих знаків, діаграмних фігур тощо.

Абсолютна безперервна шкала забезпечує пропорційність розмірів знаків кількісним показникам зображуваних категорій об'єктів (рис. 12.2, а). Абсолютна масштабність наочна, але нею незручно користуватися, якщо крайні величини картографованих об'єктів значно різняться між собою, оскільки в цьому разі доведеться обрати для великих об'єктів надто великі знаки, а для малих – дуже малі, що не бажано. В таких випадках доцільніше застосувати умовну (довільну) безперервну шкалу масштабності знаків (12.2, б). Недолік безперервних шкал полягає в тому, що за швидкістю зміни значень картографованого показника в дійсності карта швидко старіє, особливо якщо висока точність поданих відомостей не завжди потрібна.

Тому в картографічній практиці більш розповсюджені ступінчасті або інтервалові шкали, в яких значення показника розбиті на інтервали (ступені). Такі шкали можуть бути абсолютними й умовними. Розмір знаків при застосуванні таких шкал встановлюється за середнім у кожному інтервалі значенням показника (рис. 12.2, в, г).

За методикою визначення інтервалів розрізняють шкали рівних інтервалів, кратних інтервалів, з перемінним інтервалом та рівноподіленого ряду. Ту чи іншу методику обирають, аналізуючи характер чисельного ряду, який складають всі значення певного показника, розміщені в порядку їх збільшення.

Головним недоліком шкали інтервалів є те, що майже рівні за величиною об'єкти, розташовані по різні сторони від граничного значення показника, потрапляють у різні інтервали, а об'єкти, котрі суттєво різняться за величиною, можуть опинитися в одному інтервалі. Однак така шкала спрощує складання карти. Розробляючи шкалу зміни розмірів умовних знаків для способів локалізованих знаків чи картодіаграм, треба дотримуватися правила: кількість відмінностей у розмірах знаків не повинна перевищувати 7.

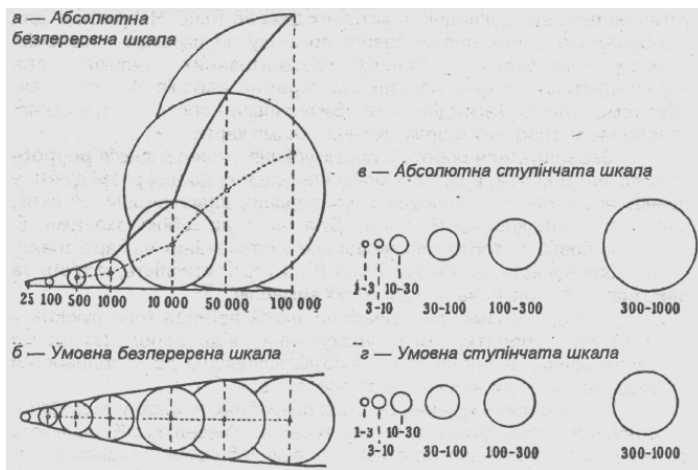


Рис. 12.2. Різні шкали кількісних показників та їх вплив на розмір локалізованих значків

Легенди карт різняться за змістом, складністю, обсягом та структурою, що обумовлено типом і видом карт. Елементарні легенди будують для карт вузької теми з односторонньою характеристикою окремих об'єктів природи чи суспільства. Це найпростіші легенди, структура яких визначається характером показників (кількісних чи якісних) і, відповідно, способами їх картографічного зображення. Під час створення карт можуть застосовуватися і інші типу легенд: комбіновані елементарні легенди; типологічні легенди; комплексні легенди; синтетичні легенди. Різні за змістом і складністю легенди мають різну графічну форму. За нею розрізняють легенди рядкові, шкальні (шкаловидні) і табличні.

Рядкові легенди – це традиційна форма, за якою всі картографічні знаки та пояснення до них розміщують рядками, або строчками. Умовні знаки в легенді розміщують з урахуванням їхнього розміру або значення використаних показників.

Шкальні легенди містять шкалу у вигляді безперервної смуги, поділеної на частини (ступені), межі яких служать поділками шкали, біля яких подають послідовні числові значення певного показника. Ступені шкали фарбують, змінюючи від ступеня до ступеня насиченість обраного кольорового тону. Така

шкала відображає безперервну й послідовну зміну показника на території, яка картографується.

Табличні легенди мають форму таблиці, в якій приведені в певну систему елементи змісту (їхні позначення) подібні за графами (стовпцями). Розрізняють табличні легенди з класифікаційним розграфленням і легенди-графіки. *Легенди комплексних екологічних карт* відрізняються великою складністю і включають значну частину арсеналу образотворчих засобів тематичної картографії.

Знаками (у тому числі структурними) зображуються джерела, а також іноді обсяги та структура, техногенних і антропогенних впливів (міста, підприємства), а також ті, що не виражаються в масштабі карти, унікальні природні об'єкти. Лінійними знаками показуються елементи географічної основи, що мають значення для характеристики екологічного стану: гідромережа (у тому числі з характеристикою якості води), комунікації (у тому числі з характеристикою напруженості використання і/або впливу на середовище).

Якісним фоном може передаватися як характеристика ландшафтів і природокористування, так і оцінка їх екологічного стану. При цьому на комплексних екологічних картах часто використовують одночасно дві системи якісного фону: фарбування і штрихові позначення. Додатково, для характеристики складу екологічних проблем, використовуються складні літерні індекси. Робота з проектування тематичної карти завершуються розробкою компонування її складових частин.

Основні принципи компонування одноаркушевих карт:

- макет компонування будують у заданих масштабі та проєкції на аркуші паперу, домагаючись компактного розміщення складових карти, з тим щоб забезпечити мінімально можливий за розміром її формат;

- центральну частину паперу відводять основній карті, на якій будують розріджену картографічну сітку так, щоб середній меридіан був перпендикулярним до південного боку рамки та симетричним щодо східного і західного, а потім наносять межі території, яка картографується, основні елементи географічної основи;

- легенду, додаткові карти, таблиці, діаграми, графіки розміщують в місцях не зайнятих основним картографічним зо-

браженням так, щоб вони примикали до рамки карти;

- площу, суміжну з основною територією картографування, заповнюють, як правило, елементами географічної основи (часто дуже зрідженою), що розкриває певною мірою географічні зв'язки основної території.

Розробка найдоцільнішого варіанта компоновання потребує складання кількох попередніх варіантів, з яких обирають оптимальний.

Складанням карти – це сукупність робіт по створенню складального оригіналу карти. Це, як правило, рукописний екземпляр карти, який повністю відтворює змісту карти і виконаний прийнятими умовними знаками із заданою точністю та генералізацією відповідно до програми карти (рис. 12.3).



Рис. 12.3. Послідовність процесу складання карт

Підготовка картографічних джерел до використання включає деякі допоміжні технічні операції; перехід від однієї до іншої системи координат і на інший еліпсоїд; обробку статистичних та інших некартографічних матеріалів тощо. Підготовка вихідних джерел для тематичних карт може передбачати зміну показників об'єкта картографування: заміну мір вимірів кількісних показників об'єктів; перехід від одних кількісних та якісних показників до інших; зміну шкал кількісних показників об'єктів; перехід до нових класифікацій об'єктів картографування тощо.

На завершальній стадії обробки статистичних джерел їх упорядковують: якісні показники систематизують в окремі групи й підгрупи; числові величини кількісних показників розміщують у порядку зростання (чи навпаки) для визначення інтервалів ступеневих шкал та розмірів знаків за безперервними чи ступеневими шкалами.

Підготовка картографічної основи для карти, яка створюється, (якщо не використовується готова основа) включає: визначення прямокутних координат вузлових точок картографічної сітки та кутів рамки карти, розмірів аркуша, необхідного для карти; нанесення за координатами на основу точок картографічної сітки, а для топографічних карт – ще й точок прямокутної сітки та опорних пунктів; викреслювання координатних сіток і рамки карти.

Перенесення зображення з картографічних джерел на складальний оригінал – процес, складність якого залежить від призначення і масштабу створюваної карти. Перенесення зображення найпростіше здійснювати тоді, коли масштаб джерела однаковий з масштабом карти, яка створюється. Перенесення зображення тільки зі зміною масштабу здійснюють способом фоторепродукуванням.

Застосовують також інші способи: оптичне проектування або графічні способи (зокрема, перенесення за координатною сіткою чи клітинками будь-якої іншої форми тощо) з використанням автоматичних приладів.

Просторова локалізація інформації під час складання карт, тобто віднесення вихідних даних (їх прив'язка) до певного місця на карті, здійснюється такими прийомами:

- локалізація за координатами елементів змісту карти - виконується за допомогою спеціальних приладів і забезпечує найбільшу точність побудови карти;
- локалізація за координатною сіткою – головний прийом при складанні топографічних, а також тематичних карт, які виконують за топографічною основою;
- локалізація за видимими (топографічними) елементами основи - виконується у разі використання некартографічних джерел. Вона полягає у прив'язці інформації до конкретних точок, ліній чи площ. Цей прийом застосовують під час польового тематичного знімання;

- локалізація за встановленими географічними зв'язками - полягає у виявленні чітко видимих елементів основи (індикаторів), взаємопов'язаних з об'єктами, які картографуються. Такими індикаторами можуть бути: лінії рельєфу (уступи, тераси, вигини схилів тощо), рослинність (ліси, луки, чагарники), умови зволоження (болота, заболочені луки), види ґрунтів та ін. Вказаними прийомами розміщують на карті об'єкти, що зосереджені в точках, на лініях та площах.

Послідовність складання окремих елементів змісту карти залежить від їхнього значення, підпорядкованості та визначеності просторової локалізації. Постійної уваги, під час складання, потребують написи географічних назв та пояснювальні. Вони виконуються картографічними шрифтами зі збереженням висоти букв, виду шрифту і правильного розташування.

Завершується складання карти оформленням складального оригіналу. Якщо карта виготовляється в одному екземплярі, оригінал оформлюють у закінченому вигляді обраними зображувальними засобами. Якщо передбачається тиражування карти, її оформляють відповідно до вимог обраної технології видання (друку).

12.2. Комп'ютерні технології у картографуванні

Комп'ютерне картографічне моделювання виконується з використанням математичного забезпечення географічних інформаційних технологій з використанням програм географічних інформаційних систем (ГІС), таких, наприклад, як ГІС-пакет MapInfo Professional, Arc GISCAD, Digitals та інші.

Геоінформаційне картографування – це автоматизоване створення та використання карт на основі географічних інформаційних систем і баз картографічних даних. Також геоінформаційне картографування розуміють як інформаційно-картографічне моделювання геосистем.

Геоінформаційне картографування може підрозділятися на галузеве та комплексне, аналітичне та синтетичне, відповідно до чого виділяють різні види і типи картографування.

В основі геоінформаційного картографування лежить комплексне, синтетичне оціночно-прогнозне картографування. Згодом також одержало розвиток системне картографування, при якому увага зосереджує на цілісному відображенні геосис-

тем та їхніх елементів (підгеосистем), ієрархії, взаємозв'язків, динаміки, функціонування. У зв'язку із цим з'явилася необхідність у застосуванні математичних методів (статистичний аналіз, моделювання, ГИС-аналіз та ін.) і автоматизованих технологій. Таким чином, були створені всі передумови для появи автоматичних картографічних систем і геоінформаційних систем. Тобто, геоінформаційне картографування виникло й розвивається як пряме продовження комплексного, синтетичного й системного картографування в новому геоінформаційному середовищі.

Особливості комп'ютерної побудови картографічних знаків. Використання технологій комп'ютерного дизайну дозволяють швидко і якісно відтворювати будь-які образотворчі засоби, збагачувати їх спектр новими видами позначень (мерехтливі, знаки що рухаються й ін., можливо масштабування знаків).

Оформлення цифрових карт припускає використання спеціального *програмного забезпечення*, яке дозволяє працювати з векторною графікою. Його можна умовно розділити на такі групи:

- векторні графічні програми загального призначення (Corel Draw, Corel Photo-Paint, Adobe Photoshop та ін.), які, як правило, не комплектуються готовими наборами знаків, однак користувач має можливість зберігати створені ним знаки у вигляді бібліотек символів або у вигляді файлів програми, яка використовува-лась;

- картографічні блоки геоінформаційних систем (ArcInfo, MapInfo, ARC CAD, Digitals та ін.), що мають набори готових картографічних знаків, які можуть бути використані при оформленні карт стандартного змісту. Програми мають можливості для створення нових знаків, що не входять у стандартний комплект;

- спеціалізовані картографічні програми, що входять до складу програмно-апаратних картовидавничих комплексів, призначених для картографічного виробництва. Основне призначення таких програм – створення великої кількості карт однотипного змісту (атласи автодоріг, екологічного стану території, адміністративні карти й т.д.) у виробничому режимі. У їх склад входить великий набір готових картографічних знаків.

Засоби для створення нових знаків можуть сильно відрізн-

нятися в різних програмах, навіть у межах однієї групи. Однак, можна виділити деякі загальні, практично для всіх програм, можливості й прийоми, використання яких дозволяє істотно прискорити та спростити процес побудови картографічних знаків, а також підвищити їх якості.

У більшості програм базовими графічними об'єктами є (рис. 12.4): окружність або дуга окружності (*a*); коло або сектор (*b*); опуклий багатокутник із заданим числом вершин, у тому числі правильний (*c*); зірчастий багатокутник із заданим числом і довжиною променів, у тому числі правильний (*z*); ламана лінія, що складається із прямолінійних відрізків (*d*); крива лінія, сегментами якої є параметричні поліноми третього ступеня (у машинній графіці вони називаються кривими Без'є) (*e*).

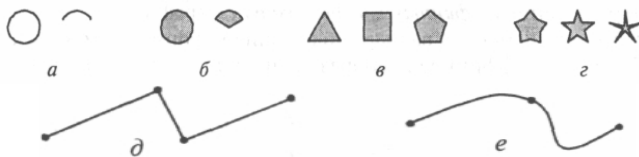


Рис. 12.4. Види базових (елементарних) графічних об'єктів

Застосування афінних перетворень до графічного знаку дозволяє змінити розмір, положення й форму цього знаку. У загальному виді афінне перетворення площини задається за допомогою двох лінійних функцій:

$$\begin{cases} x' = a_{11}x + a_{21}y + b_1 \\ y' = a_{12}x + a_{22}y + b_2 \end{cases} \quad (11.1)$$

де a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} , b_1 , b_2 – коефіцієнти перетворення; x' , y' – нові (перетворені) координати.

Як правило графічні програми дозволяють одержати довільне афінне перетворення за допомогою композиції (послідовного застосування) елементарних перетворень (рис.12.5).

Картографічні блоки географічних систем, як правило, забезпечуються готовими засобами для створення структурних знаків декількох найбільше часто використовуваних видів, розмір і кольори елементів яких безпосередньо залежать від параметрів об'єкту, що картографується, в базі даних.

Умовні знаки створюються у менеджері умовних знаків і

зберігаються у бібліотеці умовних знаків разом з цифровою картою. Кольори лінії знаку та заливання можна задавати, користуючись колірною моделлю, яка передбачена програмою (RGB, CMYK, HSB та інші). Передбачається програмне застосування й градієнтної шкали кольорів та заливання.

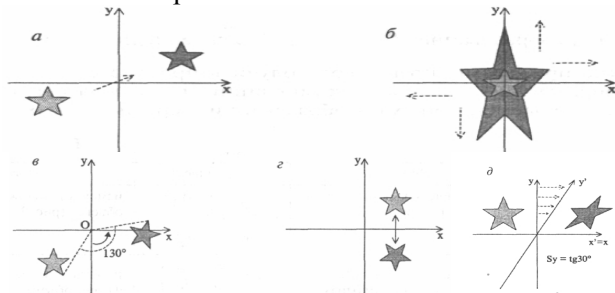


Рис. 12.5. Елементарні афінні перетворення:

a – рівнобіжний перенос на вектор $b = (3, 0, 1, 5)$; *б* – розтягання/стиск уздовж координатних осей ($K_x = 2.0$, $K_y = 4.0$); *в* – поворот на кут 130° відносно початку координат; *г* – відображення щодо осі x ; *д* – перетворення зрушення уздовж осі x : ($S_y = \text{tg}30^\circ$)

Сукупність літерних та цифрових знаків, об'єднаних спільністю побудови графічних елементів, складає визначену *шрифтову гарнітуру*. Шрифти мають наступні ознаки: контраст шрифту; світло-та (жирність); ширина; орієнтування; накреслення; розмір шрифту; колір шрифту.

При виготовленні написів усі програми можуть використовувати шрифти, встановлені в операційній системі ЕОМ. Мається безліч шрифтів різних видів, у тому числі й картографічних. Найбільш популярні шрифти у форматах *TrueType* або *PostScript (Type 1)*. Ці шрифти складаються з математичного опису кривих та областей для кожного символу, що дозволяє одержувати якісне зображення літер при будь-якому їх розмірі і на будь-якому пристрої друку.

Аналогічно картографічним знакам, основні властивості шрифтів складаються в їх: читаності; розрізнення; компактності; прозорості (чорності); естетичності сприйняття; чіткої відтворюваності при друку. Більшість комп'ютерних програм підтримують два основних способи розміщення написів: напис, відне-

сений до точки та віднесений до лінії. Створений напис можна трансформувати за допомогою афінних перетворень. Вирівнювання щодо точки прив'язки зберігається і після повороту, тільки горизонтальне вирівнювання робиться уздовж базової лінії тексту, а вертикальне – у перпендикулярному напрямку.

Колір як основний засіб відображення в оформленні цифрових картах. При проектуванні систем знаків кольори дозволяють використати прийоми образотворчої символіки, ефекти колірної та світлотіньової пластики. Колір знаходить застосування в штриховому, фоновому й напівтоновому зображеннях.

Таблиця 12.1

Співвідношення між кольорами і довжиною хвилі

Колір	Границі ділянки, мкм	Ширина ділянки, мкм
Фіолетовий	390-450	60
Синій	450-480	30
Блакитний	480-510	30
Зелений	510-550	40
Жовтий	575-585	10
Жовтогарячий	585-620	35
Червоний	620-800	180

Сукупність випромінювань, розташованих у ряд по зростанню довжин хвиль, утворює спектр. Видимі випромінювання (світло) становлять невелику частину спектра. У спектрі прийнято умовно розрізняти сім основних кольорів (веселка): фіолетовий, синій, блакитний, зелений, жовтий, жовтогарячий, червоний (табл. 12.1).

Чутливість органа зору людини до різних ділянок спектра неоднакова. Причина колірного зору – присутність в оці людини трьох рецепторних систем, що відрізняються по спектральній чутливості. По ознаці максимальної чутливості до монохроматичних випромінювань певної частини спектра їх ділять на червоно (R), зелено (G) і сине (B) чутливі приймачі (RGB). Графік, що характеризує їх чутливість, називають кривими спектральної чутливості – кривими основних збуджень (рис. 12.6).

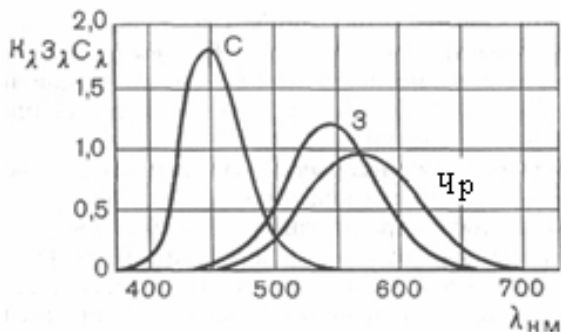


Рис. 12.6. Криві основних збуджень

Будь-які кольори в графічній програмі задаються в *колірній моделі*, що визначає аналітичні вирази для обчислення кольорової складової пікселя в різних колірних просторах (базисах) і для переходу від одного базису до іншого. Колірні моделі розрізняються по принципу опису колірного простору, що існує в реальному світі. За допомогою колірної моделі можна моделювати кольори на моніторі або пристрої друку. Діапазон кольорів, що може сприйматися (пристроями введення) або відтворюватися (пристроями виводу), називається колірним охопленням, або колірною гамою пристрою. Спрощена схема колірного охоплення людського ока та різних пристроїв наведена на рис. 12.7.

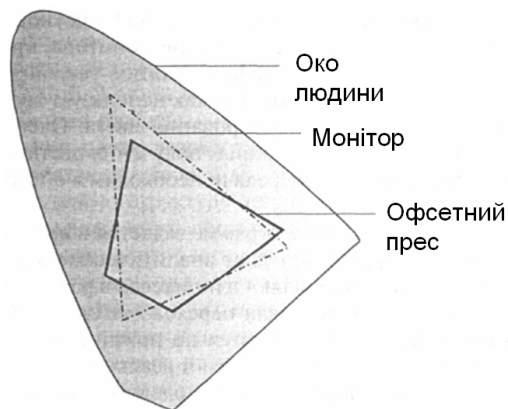


Рис. 12.7. Спрощена схема колірного охоплення людського ока та різних пристроїв

Колірні моделі, які широко використовуються в графічних програмах (*CorelDraw*, *Corel Photo-Paint*, *Adobe Photoshop*, *MapInfo*, *Arc View*, *Digitals* та ін.) засновані або на додаванні (*адитивна* колірна модель), або на відрахуванні основних кольорів (*субтрактивна* колірна модель). Моделі відтворення кольору та області їх застосування у комп'ютерному картографічному дизайні наведені в табл. 12.2.

Таблиця 12.2

Моделі відтворення кольору й області їх застосування у комп'ютерному картографічному дизайні

Колірна модель	Базові кольори моделі	Область застосування
RGB	Червоний (<i>Red</i>), зелений (<i>Green</i>), синій (<i>Blue</i>)	Електронні карти, екранні презентації, Web-графіка й слайди
HSB	Колірний тон (<i>Hue</i>), насиченість (чистота) (<i>Saturation</i>), яскравість (<i>Brightness</i>)	Електронні карти, екранні презентації, Web-графіка й слайди
HLS	Колірний тон (<i>Hue</i>), яскравість (світлість) (<i>Lightness</i>), насиченість (чистота) (<i>Saturation</i>)	Електронні карти, екранні презентації, Web-графіка й слайди
CMY	Голубий (<i>Сyan</i>), пурпурний (<i>Маgenta</i>), жовтий (<i>Yellow</i>)	Чотирьохкольоровий багатошаровий друк
CMYK	Голубий (<i>Сyan</i>), пурпурний (<i>Маgenta</i>), жовтий (<i>Yellow</i>), чорний (<i>Black</i>)	Чотирьохкольоровий багатошаровий друк
Lab	Яскравість (<i>Lightness</i>), відносини чистоти зеленого до червоного (<i>a</i>) та синього до жовтого (<i>b</i>) відтінків	Багатошаровий чотирьохкольоровий друк
Grayscale	256 градацій сірого тону	Чорно-білий друк

12.3. Географічна інформаційна система.

Цифрові карти

Географічна інформаційна система (ГІС) – інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення й поширення просторово-координатних даних Земної поверхні. ГІС містить дані про просторові об'єкти у формі їхніх цифрових подань, містить відповідним завданням набір функціональних можливостей, у яких реалізуються операції геоінформаційних технологій, підтримується програмним, апаратним, інформаційним, нормативно-правовим, кадровим й організаційним забезпеченням.

У багатьох країнах створені національні й регіональні органи, у завдання яких входить розвиток ГІС й автоматизованого картографування, а також визначення державної політики в області геоінформатики. У державних програмах України багато уваги приділяється розвитку геоінформаційних технологій для картографування, а також створенню ГІС різного рангу й призначених для цілей управління. Класифікація ГІС за територією наведена в табл. 12.3.

Таблиця 12.3

Класифікація ГІС за територією

Вид ГІС	Охоплення території	Масштаби
Глобальні	$5 \times 10^8 \text{ км}^2$	1:1 000 000 - 1:100 000 000
Національні	$10^4 - 10^7 \text{ км}^2$	1:1 000 000 - 1:10 000 000
Регіональні	$10^3 - 10^5 \text{ км}^2$	1:100 000 - 1:2 500 000
Муніципальні	10^3 км^2	1:1 000 - 1:50 000
Локальні (заповідники, національні парки й ін.)	$10^2 - 10^3 \text{ км}^2$	1:1 000 - 1:100 000

Складові елементи ГІС. Географічні інформаційні системи містять у собі такі ключові складові: апаратні засоби, програмне забезпечення (програми), данні (база даних), люди (виконавці та користувачі) і методи опрацювання інформації (рис. 12.8).

Принцип роботи ГІС. ГІС зберігає інформацію про реальний світ у виді набору тематичних шарів, що об'єднані на основі їх географічного положення. Будь-яка географічна інформація

містить відомості про просторове положення, будь то прив'язка до географічних чи інших координат, чи посилання на адресу, ідентифікатор земельної чи лісової ділянки, назва дороги і т.п.



Рис. 12.8. Складові частини ГІС

При використанні подібних посилань для автоматичного визначення місця розташування об'єкту (об'єктів) застосовується процедура, яка отримала назву *геокодуванням*. З її допомогою можна швидко визначити і подивитися на карті, де знаходиться необхідний об'єкт чи явище. Структуру ГІС, як правило, представляє набір інформаційних шарів.

Шар – це сукупність однотипних просторових об'єктів, які відносяться до однієї теми або класу об'єктів у межах деякої території та у системі координат, загальних для набору шарів. ГІС може працювати з двома типами даних (моделями зображення), які істотно відрізняються – растровими і векторними моделями.

Растрова модель (рис. 12.9) заснована на розбивці простору на безліч елементів поверхні (процес квантування). Форми елементів растру (осередків) можуть бути різними – трикутними, прямокутними, квадратними й ін., але, як правило, однаковими за розміром. Простір у такому випадку відображається через ланцюжки з'єднаних осередків, представлених, у свою чергу, лініями.

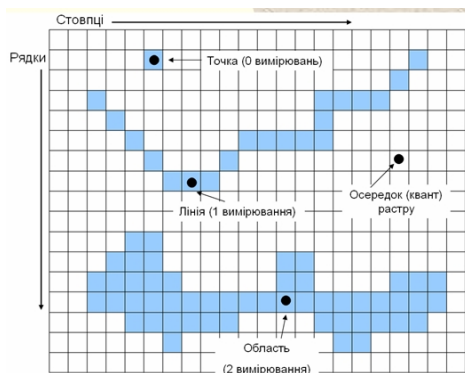


Рис. 12.9. Растрове подання графіки

Векторна модель (рис. 12.10.) заснована на присвоєнні точних просторових пар координат (x, y) будь-якій точці. Лінії представляються як групи пар координат, зв'язаних вершинами, а області - як замкнута послідовність з'єднаних ліній, початкова й кінцева точки якої збігаються. Простір при цьому розглядається як безперервний. Векторна модель особливо зручна для опису дискретних об'єктів. При збільшенні зображення об'єкту векторної елі він перетвориться в подібний об'єкт, але більшої площі, при цьому не втрачається чіткість зображення.

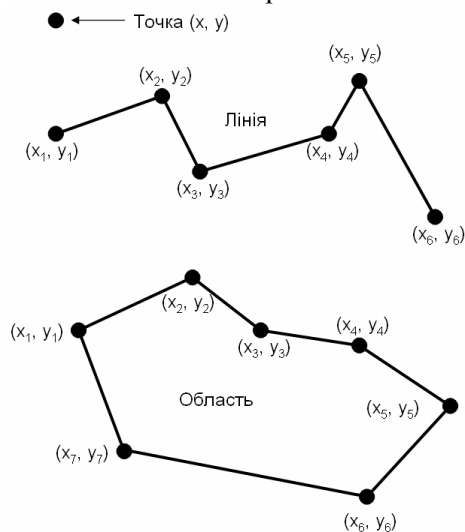


Рис. 12.10. Векторне подання графіки

Типи моделей зображення наведені на рис. 12.11.

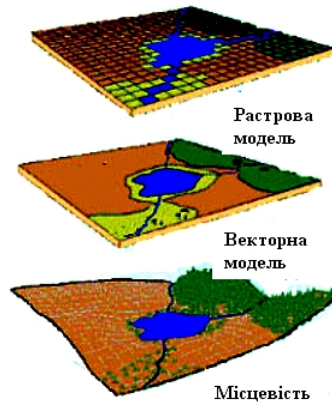


Рис. 12.11. Типи моделей зображення

ГІС застосуються в сфері програмної підтримки прийняття рішень управління, аналізу та прогнозування розвитку ситуацій й явищ, у тому числі й екологічних.

Геоінформаційна система “MapInfo Professional”

Пакет розроблений фірмою *Mapping Information Systems Corporation* (США). Геоінформаційна система “*MapInfo Professional*” (настільна система картографування) дозволяє створювати цифрові карти типів: картограми, стовпчасті і кругові діаграми, з використанням знаків, щільності точок, якісного фону і безперервної поверхні. Поєднання тематичних шарів та методів буферизації, районування, злиття і розбивки об’єктів, просторової і атрибутивної класифікацій дозволяє створювати багатокомпонентні карти з ієрархічною структури легенди.

Програма дозволяє: створювати та редагувати тематичні цифрові карти; візуалізацію і дизайн карт; проводити просторовий та статистичний аналіз графічної і семантичної інформації, а також прогноз й аналіз за принципом “а що, якщо...”; працювати з базами даних, у тому числі через ODBC; здійснювати вивід карт і звітів на принтер/плоттер або в графічний файл.

ГІС MapInfo Pro підтримує растрові формати *GIF, JPEG, TIFF, PCX, BMP, TGA, BIL* (STOP-супутникові фотографії). Пакет дозволяє здійснювати вимірювати відстань, довжину, пери-

метр і площу, обчислювати кількість, суму, середнє, мінімальне, максимальне і середнє зважене, виконувати аналіз географічного збігу і включення, текстові заставлення.

MapInfo Pro відноситься до відкритої системи, версії пакету локалізовані більше ніж на 20 мовах світу (зокрема на російській мові). ГІС програма “*MapInfo 5.0*” має інтерфейс з оптимізованим набором функцій для користувача, зручною й зрозумілою концепцією роботи як з картографічними, так і із семантичними даними. За допомогою утиліти Arc Link можна обмінюватися даними з Arc/Info, а за допомогою Universal Translator можна імпортувати або експортувати дані в наступні формати: MapInfo mid/mif, ESRI Shape, Intergraph/ Microstation Design, AutoCAD dwg/dxf. Загальна структура створення цифрової карти в “*MapInfo 5.0*” наведена на рис. 12.12.

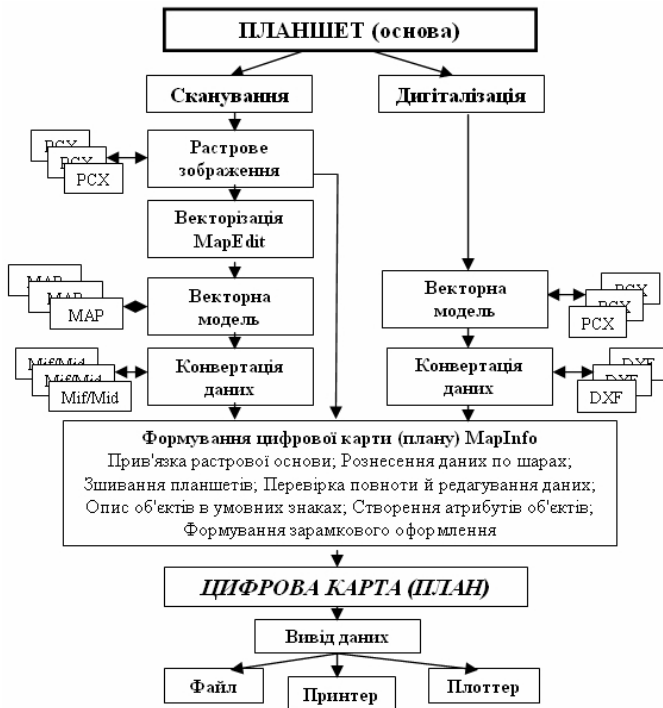


Рис. 12.12. Загальна структура створення цифрових карт в ГІС «MapInfo 5.0»

Проект в “MapInfo 5.0” (робочий простір) – це файл із розширенням .wof, з яким працюють і у якому зберігаються дані. Проект в MapInfo може складатися з карти (*Map*), таблиць (*Browser*), графіків (*Graph*) і компоновань (*Layout*).

Дані в MapInfo можуть проглядатися у вигляді карт, графіків, діаграм і таблиць, причому зміни, внесені в один вид перегляду, миттєво відбиваються в інших. Вигляд цифрової карти в ГІС “MapInfo 5.0” зображено на рис 12.13.

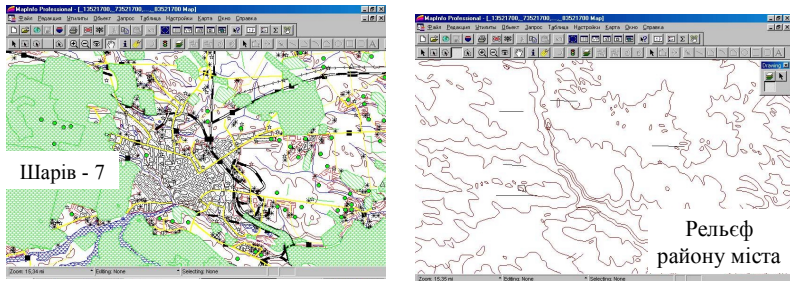


Рис. 12.13. Вигляд цифрової карти в ГІС "MapInfo 5.0"

Програма ГІС “Digitals для Windows 95/98/NT”

Програма ГІС “Digitals для Windows 95/98/NT” розроблена Науково-виробничим підприємством “Геосистема”(рис.12.14), м. Вінниця (Департаментом геодезії, картографії і кадастру Міністерства охорони навколишнього природного середовища України).

Програма працює в двох режимах: демонстраційний режим; активний режим. Для активної роботи програми на робочому ПК повинен бути встановлений ключ програми (USB-порт).

У програмі “Digitals” використовуються стандартні угоди і принципи, прийняті для Windows-програм.

Програма дозволяє робити збір векторної інформації з растрових зображень (ручну векторізацію). Можливий збір з відсканованих карт або аерознімків (у форматах TIFF і BMP) центральної та панорамної проекцій. Збір по знімках можливий як у стереорежимі, так і в моно (по одиночному знімку).

Програма забезпечує: створення, редагування і перегляд цифрових топографічних та спеціальних карт; друк топографічних та спеціальних карт відповідно до вимог вітчизняних нормативних документів до умовних знаків, роботу із землеустрою, ведення міського і земельного кадастру. В структуру програми входять менеджер умовних знаків, менеджер шарів, менеджер параметрів, менеджер підписів. Загальна послідовність створення цифрової карти в ГІС «*DigitalS*» наведена на рис 12.14.

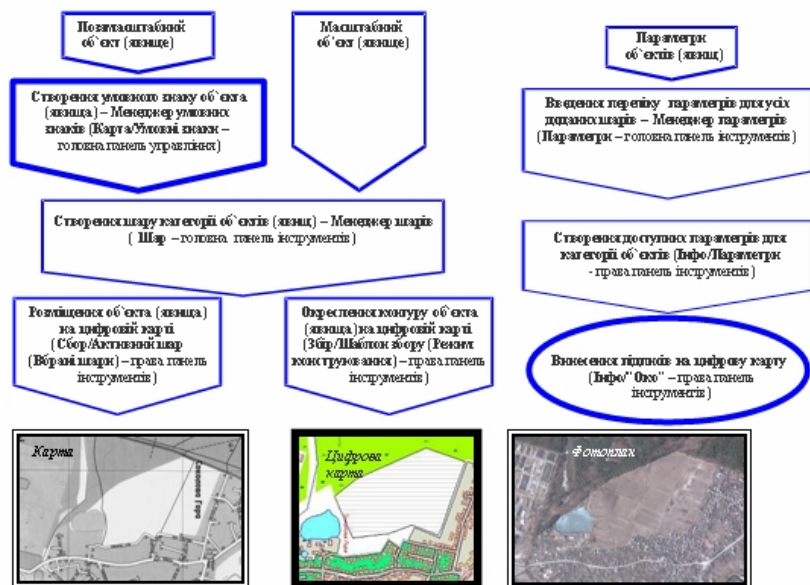


Рис. 12.14. Загальна структура створення цифрової карти в ГІС «*DigitalS*»

Програма підтримує:

- бібліотеку умовних знаків, яка містить одиночні, лінійні, лінійно-орієнтовані, лінійно-масштабовані і площинні (полігонні) умовні знаки;
- необмежений список шарів (до 2 мільярдів), які визначають атрибути відображення об'єктів (колір і товщину ліній, спосіб заливання замкнених об'єктів, привласнення шару умовного знаку та ін);

- необмежену кількість параметрів об'єктів (полів бази даних) з можливістю довільного розміщення їх значень на карті у вигляді підписів.

В залежності від сфери застосування цифрової карти в розділі Інформація (Инфо) заноситься відповідна інформація по конкретному об'єкту. Вигляд цифрової карти в ГІС “Digitals зображена на рис 12.165.

У програмі “igitals” реалізовані елементи ГІС-аналізу (у режимі пошуку об'єкту та властивостей об'єкту) з використанням параметрів об'єктів. Режим пошуку включається на головній панелі управління – “Правка/Найти”. Пошук здійснюється по одному або декількох параметрах (до чотирьох) за умовами: дорівнює, не дорівнює, менше, більше, менше–дорівнює, більше–дорівнює, кратно. Головна перевага ГІС-технологій перед іншими інформаційними технологіями є набір засобів створення й об'єднання баз даних з можливостями їхнього географічного аналізу і наочної візуалізації у вигляді різних карт, графіків, діаграм, прямій прив'язці друг до друга в режимі Hot Link всіх атрибутивних і графічних даних. Вибір конкретного програмного продукту для подальшого використання у ГІС-технології залежить від багатьох факторів і визначається користувачем.

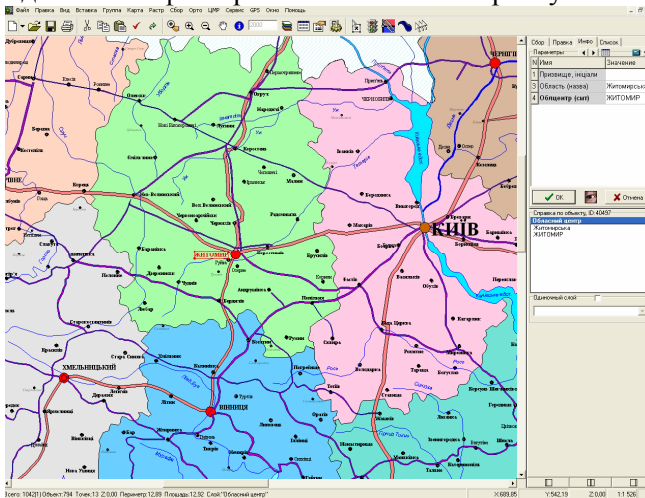


Рис. 12.15. Вигляд цифрової карти в ГІС “Digitals”

? Контрольні запитання і вправи для самоперевірки:

1. Які існують методи при створюванні географічних карт?
2. З яких етапів складається камеральне картографування?
3. Які використовують дані для створення програми карти?
4. Які особливості комп'ютерної побудови картографічних знаків?
5. Що полягає в основі визначенні об'єктів проектування змісту карти?
6. Як різняться легенди карт?
7. Які основні принципи компоновання одноаркушевих карт?
8. Які роботи передбачені при складанні оригіналу карти?
9. За якими прийомами здійснюється просторова локалізація інформації під час складання карт?
10. Яким чином здійснюється оформлення цифрових карт?
11. Які графічні елементи застосовують у більшості базових програм ГІС-технологій?
12. Що собою уявляє географічна інформаційна система? Її складові.
13. Для яких цілей призначена Геоінформаційна система "MapInfo Professional"?
14. З якою метою використовують програму ГІС "Digitals для Windows 95/98/NT"?

Література для самопідготовки

Основна:

1. Моніторинг довкілля : підручник. : Том. 2. / Запольський А. К., Войцицький А. П., Пількевич І. А., Малярчук П. М., Багмет А. П., Парфенюк Г. І. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006». – 360 с.
2. Багмет А.П. Екологічне картографування та основи ГІС-технологій. Навч. Посібник / А.П. Багмет, С.Г. Герасимов, О.В. Пшоняк.– Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2010.– 256 с.

Додаткова:

2. Востокова А. В., Кошель С. М., Ушакова Л. А. Оформление карт. Компьютерный дизайн: Учебник/ Под ред. А. В. Востоковой. — М.: Аспект Пресс, 2002.— 288 с.

3. Лялько В.І., Попов М.О., Федоровський О.Д. та ін. Багато-спектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування./ за ред. Лялько В.І., Попов М.О. – К. «Наукова думка», 2006. – 356 с.
3. Программное обеспечение для создания цифровых карт и планов Digitals для Windows 95/98/NT версия 5.0. Руководство оператора. Часть 2. г.– Винница, 2003.
4. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. – 2-ге вид., випр. і доп. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 294 с.
5. Учебник MapInfo Professional. Справочная система программы.
6. Энди Митчелл. Руководство по ГИС анализу. Ч. 1. Пространственные модели и взаимосвязи. К.: ЕСОММ, 2003. – 179 с.
7. Digitals 3.0. Руководство пользователя. Государственное научно – производственное предприятие “Геосистема”, Винница, web: <http://www.vingeo.com>.

Розділ 14

ЕКОЛОГІЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА СКЛАДАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ПАСПОРТУ ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ

14.1. Екологічне картографування мікрорайону

Результати екологічного моніторингу мікрорайону повинні бути відображені на мапах місцевості. Картографування дозволяє зафіксувати розташування об'єктів моніторингу на місцевості, виділити найбільш несприятливі в екологічному відношенні ділянки.

Картографічною основою слугує топографічна мапа або план місцевості масштабу 1:10000 або 1:25000. Для невеликих ділянок зручніше користуватися масштабами 1:1000, 1:2000, 1:5000. План місцевості або топомапу можна отримати в адміністрації населеного пункту, в лісництві тощо. Якщо такої можливості немає, то план місцевості необхідно скласти самостійно за допомогою оковимірної зйомки.

Основними вимогами для отримання більш точних результатів окомірної зйомки є:

- точне визначення й виконання лінійного масштабу кроків;
- постійне орієнтування планшету згідно лінії: північ-південь при вирізуванні й відкладанні відстані.

Важливою умовою є те, що план місцевості повністю складається під час польових робіт, і всі об'єкти зображуються на плані лише тоді, коли вони знаходяться в полі зору зйомщика.

Початкову точку руху на планшеті слід обрати таким чином, щоб зображення всієї ділянки, що знімається, вклалося на одному аркуші, або слід передбачити перехід на інший аркуш планшету. Знімальний рух прокладається шляхами, просіками, вздовж лінії зв'язку, межі поля та інших лінійних об'єктів. Точки повороту руху слугують пунктами, з яких здійснюється зйомка ситуації. При цьому може використати наступні способи зйомки: обходу, полірний і ординат (рис. 14.1.)

Спосіб обходу використовується для зйомки доріг в лісі, вулиць у селищах та інших замкнутих контурів. Зйомщик обходить контур згідно знімаємої лінії, вимірює довжини сторін

ходу кроками, а їх напрям визначає за компасом. За *полярного способу* розташування точок місцевості визначається через виміряну кроками відстань від відомої точки (об'єкта), розташованої на узгрі'ї, а напрям – за магнітним азимутом. *Спосіб ординат* застосовується для знімання невеликих об'єктів від прямої базової лінії (прямолінійна ділянка дороги, вулиці, річки). На характерні точки контуру об'єкта прокреслюються і вимірюються кроками перпендикуляри від базової лінії. Отримана топографічна основа слугує для фіксації досліджуваних показників оточуючого середовища.

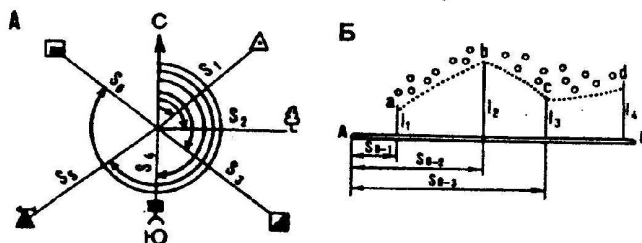
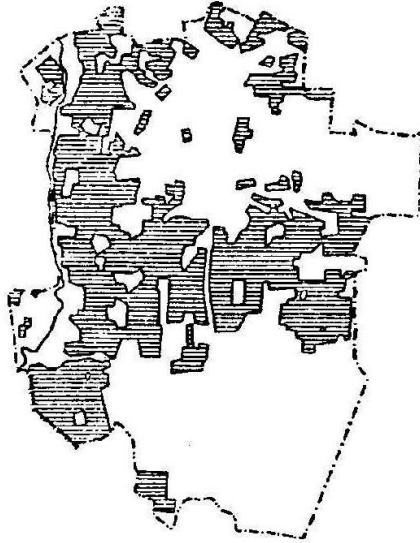



Рис. 14.1. Способи зйомки:
А) полярний; Б) ординат

Кількісні і якісні сторони фіксуємих явищ, їх переміщення в просторі і в часі можливі за допомогою картографування методами ареалів, ізолій, знаків, локалізованих діаграм, картограм і точковим способом. *Спосіб ареалів* відображає площу розповсюдження явища. Технічно ареали зображуються у вигляді обведеного лінією або зафарбованої площин із застосуванням словесного пояснення. Визначаються вони за ознакою наявності явища без кількісної характеристики (рис. 14.2). спосіб ареалів зручно використовувати для фіксації об'єктів, що поступово змінюються в часі (площі лісів, луків, пашні тощо).

Спосіб ізолій застосовується для зображення просторового розвитку, який має суцільне розповсюдження на даній території. Ізолія сполучає точки з однаковими значеннями досліджуваних параметрів оточуючого середовища. Побудова здійснюється методом інтерполяції з використанням значень, отриманих в точках фіксації параметру. Розглянемо приклад побудови ізолій.



 - орні землі
Рис. 14.2. Спосіб ареалів

Задача. При дослідженні хімічного складу снігового покриву відібрані проби снігу в точках А, В, С і Д. аналіз показав, що вміст аерозолів в пробах складає 47, 60, 32 і 35 мг/л відповідно.

Побудувати ізолінію вмісту аерозолів 50 мг/л.

Розв'язання:

1. На план місцевості наносимо точки А, В, С і Д.
2. Сполучаємо сусідні точки, між якими знаходяться значення 50 мг/л. це відрізки АВ, СВ і ДВ.
3. Вимірюємо лінійкою довжини відрізків АВ, СВ і ДВ. Отримуємо відповідно $d_1=21$ мм, $d_2=36$ мм, $d_3=25$ мм.
4. Вичисляємо зміну параметра на відстанях АВ, СВ, ДВ.

$$\Delta m_1 = 60 - 47 = 13 \text{ мг/л,}$$

$$\Delta m_2 = 60 - 32 = 28 \text{ мг/л,}$$

$$\Delta m_3 = 60 - 35 = 25 \text{ мг/л.}$$

5. Вичислюємо зміну параметра від точки В до ізолінії:

$$\Delta m = 60 - 50 = 10 \text{ мг / л}$$

6. Знаходимо відстань x_1 від точки В до перетину з'єднувальних ліній з ізоляцією за формулою:

$$\frac{x_i}{d_i} = \frac{\Delta m}{\Delta m_i}, \text{ звідки слідує: } x_i = \frac{d_i \cdot \Delta m}{\Delta m_i}$$

$$x_1 = \frac{21 \cdot 10}{13} = 16 \text{ мм}; \quad x_2 = \frac{36 \cdot 10}{28} = 13 \text{ мм};$$

$$x_3 = \frac{25 \cdot 10}{25} = 10 \text{ мм};$$

7. Наносимо точки перетину на рисунок і сполучаємо їх плавною лінією. Це і є ізолінія 50 мг/л (рис. 14.3)

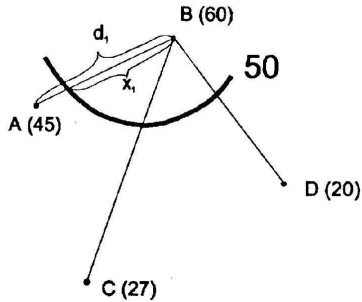


Рис. 14.3. Приклад побудови ізолінії

Ізолінію можна побудувати й «на око». При цьому інтервал між точками ділиться на частини без вимірювань і розрахунків, а лише згідно з обраним інтервалом відображуваного показника.

Спосіб локалізованих діаграм характеризує явище в певному пункті у вигляді діаграми (рис. 14.4). Найбільш уживані лінійні (стовпчики, полоски і т.п.), площинні (квадрати, кола і т.п.) і об'ємні (куби, куля і т.п.) діаграми. Їх розміри визначаються масштабом побудови, тобто кількісним вмістом явища в одиниці довжини, площі або об'єму. Для цього способу є важливим обґрунтований вибір пунктів, які характеризують прилеглий простір.

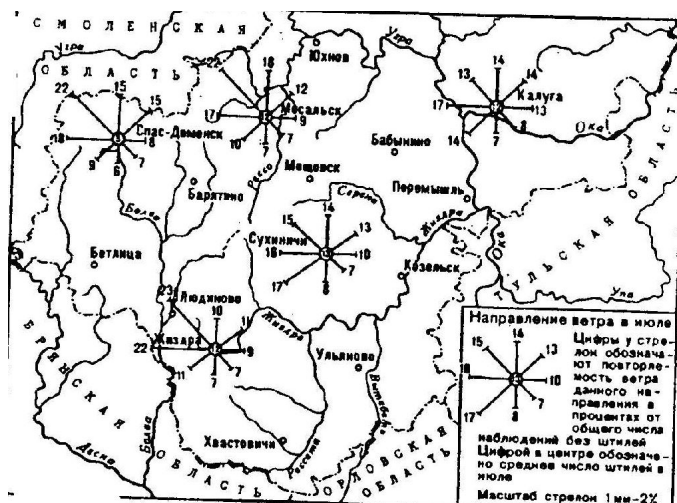


Рис. 14.4. Спосіб локалізованих діаграм

Точковий спосіб застосовується для зображення однорічного явища, розповсюдженого на великій площі (рис. 16.5). технічно цей спосіб виконується розстановкою на мапі однакових точок, кожній із яких відповідає певне числове значення (вага точки). Застосовують два методи розстановки точок на мапі: статистичний (рівномірно на всій території) і географічний (в місцях фактичного розміщення явища). Якісна характеристика відображається кольором точки.

Спосіб картограми відображає на мапі відносні показники явища в певних територіальних (адміністративних) межах (рис. 16.6). для наглядності використовують кольорову (або штрихову) ступінчасту шкалу інтенсивності.

Колірність (штриховка) накладається на всю площину одиниці територіального поділу у відповідності з кольором (штриховкою) інтервалу ступені шкали, до якої відносяться показники даної території. Перевагою картограми є простота побудови і сприйняття.

Основним принципом екологічного картографування є сполучення біоцентричного і антропогенного підходів в створенні мап. Практично це потребує підготовки двох видів мап: базових і оціночних. Крім того, при картографуванні забруднення довкілля повинні враховуватися також принципи

документованості, комплексності, спів масштабності і пріоритету специфічного змісту. Їх виконання забезпечить географічну коректність результатів картографування і наукову достовірність інформації про екологічну ситуацію на території спостереження.

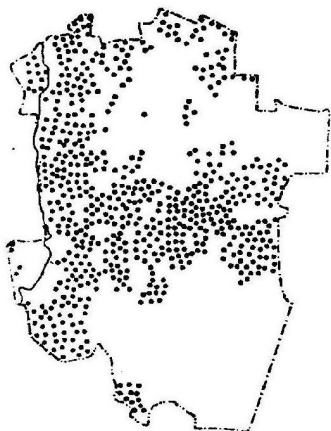


Рис. 14.5. Точковий спосіб
(1 точка – 500 га орних земель)

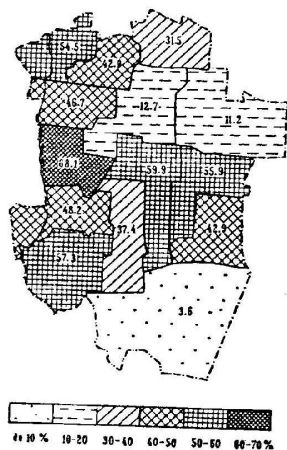


Рис. 14.6. Спосіб
картограми

14.2. Екологічний паспорт мікрорайону

Екологічний паспорт мікрорайону університету є планом дій (програмою), згідно якого здійснюється екологічний моніторинг. Він включає в себе 4 розділи: фізико-географічна характеристика досліджуваної території, характеристика ключових ділянок, екологічна оцінка природних середовищ і об'єктів (вода, повітря, ґрунт, біота) на ключових ділянках, оцінка фізичного розвитку студентів. Кожний із розділів включає низку таблиць, які заповнюються згідно результатів проведених досліджень.

Рекомендована форма екопаспорту

Екологічний паспорт території
мікрорайону _____ університету
_____ міста (району)
_____ області

1. Фізико-географічна характеристика досліджуваної території

1.1. Мікроклімат (середня температура січня і липня, середня товщина снігового покриву в кінці лютого).

1.2. Географічне розташування.

1.3. Макро- і мезорельєф.

1.4. Зелені площі в мікрорайонах університету.

1.5. Типи ґрунтів (табл. 14.1, Додаток 1).

1.6. Поверхневі води.

1.7. Типові види рослин.

1.8. Типові види тварин.

1.9. Соціальні фактори:

- чисельність і щільність населення;
- віковий склад за групами у відсотках (0-15 років, 16-30, 31-60, старші 60);

- середній дохід на душу населення.

1.10. Додатки до екопаспорту.

а) антропогенні джерела забруднення:

- промислові підприємства;
- сільськогосподарські об'єкти;
- місця складування й захоронення побутових і промислових відходів;
- місця захоронення отрутохімікатів і хімічних відходів;
- охороняємі пам'ятки природи і природні об'єкти;
- ландшафти, порушені під впливом антропогенної діяльності;
- ключові ділянки за двома категоріями.

2. Характеристика ключових ділянок

Географічні параметри ключових ділянок заносяться в табл. 14.2 (Додаток 2). Дані про фітоценози заносяться в табл. 14.3 (Додаток 3).

3. Екологічна оцінка природного середовища та об'єктів ключових ділянок.

3.1. Характеристика біогеоценозу лісу (на кожній ключовій ділянці)

1. Географічне розташування _____
(координати або відстань до населеного пункту)
2. Рельєф місцевості _____
(від макро- і мікрорельєфу)
3. Тип ґрунтів _____
(підзолистий, сірий лісовий та ін.)
4. Мертвий покрив _____
(склад опаду, рівномірність, лісова підстилка)
5. Назва типу лісу _____
(асоціація)
6. Вплив людини і тварин _____
(сліди від рубок, пожежі та ін.)
7. Рекомендовані заходи з охорони лісу _____

I. Деревостій.

Опис деревостою подається згідно табл. 14.4 (Додаток 4).
Відновлення лісу (підріст) табл. 14.5 (Додаток 4).

II. Чагарниковий ярус

Опис чагарникового ярусу – табл. 14.6 (Додаток 4).

III. Трав'яно-чагарниковий ярус

Опис трав'яно-чагарникового ярусу табл. 14.7 (Додаток 4).

IV. Моховий і лишайниковий наземний покрив

Ступінь покриття ґрунту _____ %.

Характер розподілу _____.
(рівномірний чи мозаїчний)

V. Узагальнююча характеристика лісових біогеоценозів – табл. 14.8 (Додаток 5).

3.2. Характеристика біогеоценозу луку

1. Географічне розташування _____
(координати або відстань до населеного пункту)
2. Тип луку _____
(суходільний або пойменний)
3. Рельєф місцевості _____
(від макро- і мікрорельєфу)
4. Тип ґрунту _____
(підзолистий, дерновий та ін.)
5. Умови зволоження _____
(осади, ґрунтові або поверхневі води)
6. Наявність дерев _____
(так або немає)
7. Наявність чагарників _____
(так або немає)
8. Загорбкованість _____
(так або немає)

Характеристика ярусності луку – табл. 14.9 (Додаток 6).

3.3. Моніторинг зелених насаджень

Подається в табл. 14.10 (Додаток 6).

3.4. Біодіагностика чистоти повітря за станом сосни звичайної

Результати біодіагностики – табл. 14.11 (Додаток 7).

3.5. Оцінка чистоти повітря за допомогою лишайників

Результати оцінки чистоти повітря за допомогою лишайників – табл. 14.12 (Додаток 7).

3.6. Інтенсивність руху транспорту для оцінки чистоти повітря

Оцінка автотранспортного навантаження – табл. 14.13 (Додаток 8).

3.7. Аналіз снігового покриву для оцінки чистоти повітря

Результати аналізу снігового покриву – табл. 14.14 (Додаток 8).

3.8. Оцінка кислотності липневих опадів

Кислотність липневих опадів – табл. 14.15(Додаток 8).

3.9. Оцінка запилованості (швидкість осадження пилу за добу на квадратний метр поверхні листя, г/м² за добу, середнє значення на початку червня і у вересні)

Результати аналізу запилованості повітря – табл. 14.16 (Додаток 8).

3.10. Характеристика ґрунтових горизонтів ключових ділянок

Характеристика ґрунтових горизонтів ключової ділянки – табл. 14.17 (Додаток 9).

3.11. Рослини – біоіндикатори різних ґрунтів

Види-біоіндикатори (оцінка різноманіття в балах проставляється в клітинку таблиці):

0 – вид не зустрічається; 1 – вид рідкий; 2 – вид зустрічається; 3 – вид зустрічається дуже часто.

За відсутності оцінки різноманіття в клітинці таблиці ставиться прочерк.

Біоіндикатори ґрунтів ключових ділянок – табл. 14.18 (Додаток 9).

3.12. Оцінка забруднення ґрунту за фенотипом білої конюшини

Облік фенів білої конюшини – табл. 14.19 (Додаток 10).

3.13. Визначення признаков надлишку мікро- і мікро-елементів в ґрунті ключових ділянок методом біодіагностики

Наявність при знаків надлишку хімічних елементів в ґрунті – табл. 14.20 (Додаток 10).

3.14. Характеристика ґрунтів ключових ділянок

Основні характеристики ґрунтів – табл. 14.21 (Додаток 10).

3.15. Основні характеристики водойм (середні значення за сезон за трьома пробами)

Основні характеристики водойм – табл. 14.22 (Додаток 11).

3.16. Біоіндикатори стану водойм

Води-біоіндикатори (оцінка різноманіття в балах):

0 – вид не зустрічається; 1 – вид рідкий (одиночні екземпляри); 2 – нормальне різноманіття; 3 – вид зустрічається дуже часто.

За відсутності оцінки різноманіття в клітинці таблиці проставляється прочерк.

Біондикація чистоти водойм – табл. 14.23 (Додаток 11).

? Контрольні запитання і вправи для самоперевірки:

1. Які способи зйомки місцевості для побудови мапи мікрорайону?
2. При дослідженні хімічного складу снігового покриву відібрані проби снігу складу снігового покриву відібрані проби снігу в точках А, В, С, F і D з концентрацією аерозолів в пробах 37, 52, 38, 30, і 27 мг/л відповідно. Побудувати ізолінію вмісту аерозолів 60 мг/л.
3. Охарактеризуйте ключову ділянку розташування вашого університету.
4. З яких розділів складається екологічний моніторинг?
5. При дослідженні хімічного складу снігового покриву відібрані проби снігу складу снігового покриву відібрані проби снігу в точках А, В, і С. вміст аерозолів в пробах становить 30, 60 і 70 мг/л відповідно. Побудувати ізолінію вмісту аерозолів 45 мг/л.
6. Що включає в себе фізико-географічна характеристика досліджу вальної території?
7. Що включає екологічна оцінка природного середовища і об'єктів ключових ділянок?
8. Що включає характеристика біогеоценозу луку?

Література для самопідготовки

Основна:

1. Моніторинг довкілля : підручник. : Том. 2. / Запольський А. К., Войцицький А. П., Пількевич І. А., Малярчук П. М., Багмет А. П., Парфенюк Г. І. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006». – 360 с.
2. Багмет А.П. Екологічне картографування та основи ГІС-технологій. Навч. Посібник / А.П. Багмет, С.Г. Герасимов, О.В. Пшоняк. – Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2010.– 256 с.
3. Войцицький А. П. Методи та засоби вимірювання параметрів навколишнього середовища [тест]: навч. посіб. / А. П. Войцицький, Б. М. Федішин, Б. В. Борисюк. – Херсон : Олді – плюс, 2007. – 362 с.

Додаткова:

4. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. – Изд. 4-е. – М.: Академический Проект; Альма Матер, 2008. – 416 с.
5. Стурман В. И. Экологическое картографирование : Уче. Пособие. – М.: Аспект-Пресс, 2003. – 324 с.
6. Ашихмина Т. Я., Сюткин В. М. Комплексный экологический мониторинг региона : Киров : Изд-во ВГПУ, 1997. – 214 с.

СЛОВНИК ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ

Абіотичні фактори середовища – компоненти та явища неживої неорганічної природи, які прямо чи опосередковано діють на живі організми (температура, тиск, вологість, хімічний склад – води, повітря, ґрунту; освітленість тощо).

Абстрактні моделі – відображають ідеальне уявлення людини про навколишній світ та є науковими моделями у вигляді дво-, тривимірних зображень, анімації та просторового відтворення. Основним видом абстрактної моделі є математична.

Амплітуда коливання гідрологічних характеристик – різниця між найбільшими і найменшими величинами будь-якого гідрологічного явища.

Аналіз (*грец. analysis – розкладання*) – метод дослідження, за якого об'єкт дослідження (предмет, явище, процес) розглядається як система, що поділяється на складові елементи для вивчення кожного із них окремо і виявлення їх ролі та місця в системі і, таким чином, структури системи; дослідження складу, структури і фізико-хімічних властивостей речовини; дослідження параметрів процесів.

Аналіз кількісний – аналіз речовин, метою якого є виявлення у пробі кількості тих чи інших хімічних елементів, йонів, структур та ін.

Аналіз якісний – аналіз речовини, метою якого є визначення наявності у пробі тих чи інших хімічних елементів, структур шляхом ідентифікації атомів, йонів, молекул, радикалів тощо.

Аналізатор – прилад для визначення фізико-хімічних властивостей, вмісту і структури твердих, рідких та газоподібних речовин.

Анемометр (*грец. anemos – вітер і metron – міра*) – прилад для визначення швидкості чи сили вітру, газових і рідинних потоків за тиском на рухому частину приладу (анемометричну вертушку) або манометричним способом (за різницею динамічного й статичного тиску вітрового потоку).

Антропогенна діяльність (від грец. *Anthropos*-людина) – діяльність людини.

Антропогенні фактори – фактори, зумовлені діяльністю людини (газодимові викиди, стічні води, шуми, вібрація, радіація та ін., які забруднюють довкілля).

Атмосфера (від грец. *atmos* – пара і «сфера») – газова оболонка Землі або інших небесних тіл.

Атомно-абсорбційний аналіз – метод аналізу, який проводиться за селективним поглинанням світла атомами речовини, переведеної в атомарний газоподібний стан.

Багаторазові вимірювання – вимірювання однієї і тієї ж ФВ, результат яких отримують за декілька вимірювань, впорядкованих одне за одним.

Бактерії – мікроскопічні найпростіші одноклітинні організми, безхлорофільні.

Банк даних ГІС – зберігання тематичних даних. Банк даних ГІС вміщує просторову інформацію у вигляді шарів однорідних картографічних даних (об'єктів), а також атрибутивну інформацію, яка просторово прив'язана до конкретних об'єктів або точки спостереження атрибутивної інформації.

Барометр (грец. *baros* – тягар і *metron* – міра) –прилад для вимірювання атмосферного тиску.

Батометр (грец.*bathos* – глибина і *metron* – міра) – пристрій для взяття проб води з певної глибини з метою визначення її фізичних властивостей та вмісту розчинених і завислих речовин, а також гідробіонтів.

Біологічний цикл – сукупність стадій, які проходить живий організм, починаючи від злиття статевих клітин (гамет) до його смерті.

Біоіндикатори (грец. *bios* – життя і лат. *indico* – показую) – група особин одного виду або угруповання, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких у досліджуваному середовищі є показником певних природних процесів, умов або антропогенних змін зовнішнього середовища.

Біоіндикація – оперативний моніторинг навколишнього середовища на основі спостережень за станом і поведінкою біологічних об'єктів (рослин, тварин та ін.).

Біомоніторинг (грец. *bios* – життя і лат. *monitor* – той, що контролює) – спостереження за станом біотичної складової середовища та її реакцією на антропогенні дії.

Біосфера (грец. *bios* – життя і *sphaira* – куля) – частина планети Земля, до якої входять нижня частина атмосфери, вся гідросфера та верхня частина літосфери, яку заселяють живі організми.

Біота (від грец. *bios* – життя і лат. *otat* – ота – закінчення, що означає сукупність) – історично сформована сукупність рослин і тварин, об'єднаних спільною зоною поширення.

Біоіндикатори (від грец. *bios* – життя і лат. *indico* – вказую, визначаю) – це організми, присутність, кількість або особливості розвитку яких слугують показниками природних процесів, умов або антропогенних змін середовища проживання.

Біотестування – оцінювання рівня забруднення навколишнього середовища за допомогою біоіндикаторів.

Верифікація [від лат. *verus* – дійсний + *facere* – робити] – перевірка вірності будь-чого. Верифікація розробленої моделі може бути проведена шляхом співставлення результатів розрахунків з даними, що отримані іншими методами, або експериментальними даними, а аналіз її адекватності – за допомогою критеріїв якості передбачення та на основі оцінювання точності в порівнянні з даними модельних експериментів.

Вертикальна лінія координатної сітки – лінія, паралельна осьовому меридіану 6-градусної зони.

Висота перерізу рельєфу – відстань між двома суміжними основними горизонталями по висоті.

Вимірювання – процес експериментального знаходження значень фізичної величини за допомогою спеціальних засобів вимірювання.

Вимірювання параметрів об'єктів довкілля – це послідовність експериментальних та обчислювальних операцій, що

здійснюються з метою знаходження значення параметра, що характеризує властивість певного об'єкта або явища.

Викид в атмосферу – речовин, що надходять в атмосферу із джерел її забруднення.

Вібрація – це механічні коливання твердого тіла. Вібрацію поділяють на природну та штучну.

Відходи – це використовувані безпосередньо в місцях їх утворення відходи виробництва, побуту, транспорту та інші, які можуть бути реально чи потенційно використані як продукти в інших галузях господарства або під час регенерацій.

Вода зворотна – вода, яка повертається за допомогою технічних споруд і господарських засобів до природних ланок колообігу води (річкової, озерної, морської, літогенної) у вигляді стічної, скидної або дренажної.

Вода скидна – вода, що відводиться від промислових підприємств, комунально-побутових будівель, зрошувальних сільськогосподарських угідь, присадибних ділянок, а також з територій, на яких застосовується гідромеханізація.

Вода стічна – це вода, що утворюється у процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім дренажної і скидної води), а також при відведенні із забудованої території стоку атмосферних опадів.

Вологість ґрунту – величина, що характеризує вміст у ґрунті вологи.

Вплив антропогенний – вплив діяльності людей на природні і штучні процеси, явища тощо.

Вторинні енергетичні ресурси – енергія різних видів, що вивільняється з технологічного процесу чи установки, використання якої не є обов'язковим для здійснення основного технологічного процесу (гудрон, мазут та інші залишкові продукти переробки нафти, гаряча вода із системи охолодження, відпрацьована пара силових промислових установок тощо).

Газоаналізатор – прилад для визначення якісного та кількісного складу газової суміші.

Географічна інформаційна система (геосистема) – комп'ютерна система для збору, перевірки, інтеграції та аналізу просторово-часової інформації, що являє собою набір

підсистем збору, збереження та вибірки даних, маніпулювання даними та аналізу, виведення та представлення просторово-координатної інформації на кінцеві пристрої (картографічної та атрибутивної у вигляді моделей, таблиць, діаграм).

Геодезична основа карти – сукупність геодезичних даних, необхідних для створення карти й визначальне положення об'єктів на карті по широті, довготі й абсолютній висоті.

Географічні полюси – кінці уявної земної осі, навколо якої обертається Земля.

Гігрограф (грец. *higros* – вологий і *grapfo* – пишу) – самописний прилад для реєстрації відносної вологості повітря.

Гігрометр (грец. *higros* – вологий і *metron* – міра) – прилад для вимірювання або контролювання величин, що характеризують вологість речовин у газоподібному стані.

Горизонт створу – зона на вертикалі (в глибину), де виконують комплекс досліджень для отримання інформації про якість води.

Гравіметричний аналіз – метод кількісного визначення складу речовин.

Гранично допустима концентрація (ГДК) політанта – максимальний вміст його у природному середовищі (воді, повітрі, ґрунті) або продукті, який не знижує працездатності та самопочуття людини, не шкодить її здоров'ю у разі постійного контакту, а також не спричиняє небажаних (негативних) наслідків у нащадків.

Гранично допустимий скид (ГДС) у водойму – маса забруднювальних речовин у стічних водах, що максимально дозволена для відведення у певному пункті за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті.

Гранично допустимі викиди (ГДВ) – максимальна кількість шкідливих речовин під час викиду в повітря за одиницю часу, що не перевищує ГДК забрудників повітря на межі санітарно-захисної зони.

Ґрунтово-геоморфологічний профіль – вузька, лінієподібна смуга земної поверхні, на якій встановлена кореляція

ступеня забруднення ґрунтів з одним або кількома екологічними факторами.

Групове кодування - метод стискання растрових даних, заснований на заміні груп повторюваних символів у послідовності значенням числа повторень (наприклад, послідовність 00000111107777 має груповий код 50411047), тобто заміна відрізка, що складається з однойменних елементів растру, довжиною відрізка.

Державний моніторинг навколишнього природного середовища – система спостережень, збирання та оброблення, передавання, збереження і аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Дигітайзер – пристрій для вводу в комп'ютер координат точок із прикріпленого до планшету листа за допомогою рухомого курсору з клавіатурою.

Дирекційний кут – кут між північним напрямом вертикальної лінії кілометрової сітки і напрямом на об'єкт.

Довжина річки – відстань від витoku річки до її гирла.

Динамічна модель – система диференціальних рівнянь. У таких моделях розглядається розвиток системи на певному відрізкові часу. Завдяки цьому динамічні моделі, крім функції часу системи, можуть слугувати задачам прогнозування.

Дозиметр – прилад для контролю та вимірювання дози або потужності рентгенівського і γ - випромінювання.

Достовірність прогнозування – оцінка ймовірності здійснення прогнозу для заданого певного інтервалу.

Екологічний моніторинг (*англ. monitoring від лат. monitor – той, що спостерігає*) – комплексна підсистема моніторингу біосфери, яка охоплює спостереження, оцінювання і прогнозування антропогенних змін (біологічних, геофізичних) стану біосфери загалом і екосистем, спричинених, діє забруднювачів, сільськогосподарським використанням земель, вирубуванням лісів, урбанізацією, а також оцінювання екологічної рівноваги в екосистемах.

Екологічне картографування – наука про способи збору, аналізу і картографічного представлення інформації про стан середовища незаселеного людьми та іншими біологічними видами.

Екотокстиканти – шкідливі хімічні речовини, що забруднюють навколишнє середовище та отруюють живі організми, які в ньому знаходяться.

Екологічне прогнозування – передбачення стійких змін у навколишньому середовищі, що відбуваються внаслідок складних ланцюгових реакцій, зв'язаних як безпосереднім впливом людства на довкілля, так і з віддаленими опосередкованими наслідками цих впливів.

Електрохімічні методи аналізу – це сукупність методів якісного та кількісного аналізу речовин, оснований на процесах, які відбуваються на електродах або у міжелектродному просторі.

Забруднення – надходження в біосферу як звичайних, так і нехарактерних для них фізичних, хімічних або біологічних агентів, або перевищення в розглянутий час природного рівня (в межах його крайніх коливань) концентрації зазначених агентів.

Забруднення антропогенне – забруднення, що виникло в результаті діяльності людини, і є основним джерелом забруднення біосфери.

Забруднення природного середовища – надходження в природне середовище речовин (твердих, рідких, газоподібних), біологічних агентів, різних видів енергії в кількості і концентраціях, що перевищують природний для живих організмів рівень.

Забруднення радіоактивне – внесення в систему понаднормованої кількості радіонуклідів.

Забруднююча речовина (полутант) – тверда, рідка чи газоподібна речовина фізичного, хімічного чи біологічного походження, яка порушує природний баланс речовин в середовищі.

Загальногеографічні карти - географічні карти, на яких відображається сукупність основних елементів місцевості без виділення будь-яких з них.

Закладення схилу – відстань на карті між двома сусідніми горизонталями (чим більш стрімкий схил, тим менше закладення).

Запит – процес звернення користувача до БД із метою введення, одержання або зміни інформації в БД.

Зближення меридіанів (γ) - кут між північним напрямом істинного меридіана даної точки і вертикальною лінією кілометрової сітки може бути східним (додатнім) або західним (від'ємним).

Знакова модель – це абстрактний опис того чи іншого конкретного явища, який дозволяє виявити ключові процеси, що визначають поведінку певної системи та її характеристики на різних рівнях організації, і прогнозувати ті чи інші тенденції розвитку явища, залежно від точності моделі.

Знакове моделювання – це моделювання на знакових утвореннях: схемах, графіках, кресленнях, аналітичних формулах, графах, словах і реченнях природних та штучних мов.

Зона летальна – діапазон значень факторів середовища, в якому виживання даного виду неможливе.

Ізотерми (*грец. isos – однаковий, рівний therme – тепло*) – лінії, що з'єднують на карті місцевості з однаковими температурами повітря, води або ґрунту.

Індикатор забруднення індикатор, що сигналізує про наявність, нагромадження або зміну кількісного чи якісного складу забруднювачів у навколишньому середовищі.

Істинний азимут (A_i) – кут між північним напрямом істинного меридіана (східна чи західна рамки карти) і напрямом на об'єкт.

Істинний меридіан – лінія перетину поверхні Землі площиною, проведеною через дану точку і земну вісь.

Канцерогени (*лат. cancer – рак і лат. genos – рід, походження*) – речовини або фізичні агенти, здатні викликати утворення злоякісних пухлин або сприяти їх розвитку.

Карта забруднення ґрунту – топографічне зменшення зображення узагальненого математично визначеного розподілення забруднених ґрунтів на певній території.

Колориметр – прилад для вимірювання кольору.

Контроль – перевірка відповідності контрольованого об'єкта встановленим вимогам.

Картографічна прагматика – відношення знаків до конкретної діяльності і спілкування (відношення картографічних знаків до споживачів карт і тих, хто їх виготовляє).

Картографічна семантика – відношення знаків до об'єктів, що позначаються.

Картографічна синтактика – відношення знаків між собою всередині даної системи, вивчає побудову знаків і їх систем безвідносно до змісту, що передається ними.

Картографічний метод дослідження – метод наукового дослідження, в якому карта виступає як модель об'єкта, що вивчається, і проміжна ланка між об'єктом та дослідником.

Колірна модель – аналітичні вирази для обчислення колірної складової піксели в різних колірних просторах (базисах) і для переходу від одного базису до другого.

Колірний топ – якість кольору, що дозволяє прирівняти його до одного із спектральних кольорів (червоний, зелений, блакитний та ін.).

Ландшафт антропогенний – ландшафт, змінений і перетворений діяльністю людини, технічними й транспортними спорудами.

Лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ) – ознака шкідливості, яка з'являється при найменшій концентрації речовини.

Лімітуючий фактор – екологічний фактор (світло, температура, ґрунт, біогенні речовини тощо), який за певного набору умов навколишнього середовища обмежує будь-який прояв життєдіяльності організмів.

Літосфера (від грец. *lithos* – камінь і “сфера”) – верхня тверда оболонка Землі, яка розташована на мантії в глибину до 70 км.

Магнітне схилення – кут між істинним і магнітним меридіанами, може бути східним (додатнім) або західним (від'ємним).

Максимально разова гранично допустима концентрація (ГДКм.р) – основна характеристика небезпечності шкідливих речовин, яка встановлюється для попередження рефлекторних реакції у людини (відчуття запаху, світлової чутливості біоелектричної активності головного мозку) при короткотривалому впливі атмосферних домішок.

Математична модель – це символічна система математичних рівнянь або нерівностей, які зв'язують між собою математичні знаки, що описують суттєві характеристики екосистеми.

Метод – 1) спосіб або система способів, які застосовуються в будь-якій галузі діяльності) науці, виробництві); 2) спосіб, захід чи напрям дії.

Методика – 1) сукупність пов'язаних між собою способів і прийомів з метою доречного проведення будь-якої роботи; 2) сукупність методів, прийомів доцільного проведення будь-якої роботи.

Метод експертної оцінки (метод евристичного, або інтуїтивного прогнозування чи передбачення – так званий метод Делфі) – базується на логічному моделюванні й полягає у вилученні прихованих у людини знань шляхом штучних навідних запитань.

Метод екстраполювання – перенесення даних, отриманих у певній галузі діяльності (у певному діапазоні), на більш або менш широкі аналогічні галузі (діапазони).

Метрологічне вимірювання – вимірювання за допомогою еталонів і зразкових засобів ФВ або передачі їх розмірів до робочих ЗВТ.

Метод польовий (в екології) – метод, що передбачає вивчення об'єкта у досліді, здійснюваному безпосередньо в польових умовах.

Метод математичного моделювання – процес детального аналізу причин можливих змін у стані довкілля, побудові теорії часткових процесів і подальшому створенні спрощеної версії будови загального процесу – об'єднаної моделі реальної системи.

Мікроорганізми (*грец. micros – малий і лат. organismus – організми*) – тваринні і рослинні організми, які можна побачити лише під мікроскопом.

Модель – копія або аналог процесу або явища, що вивчається та відбиває найбільш важливі властивості об'єкту, який моделюється згідно мети дослідження.

Модель об'єкта дослідження – об'єкт пізнання, отриманий в результаті аналізу та синтезу об'єкта-прототипу.

Моделювання – це метод дослідження реальних і абстрактних об'єктів-прототипів на умовних образах, схемах, фізичних об'єктах, що відрізняються від прототипу, але аналогічні йому за будовою чи типом поведінки, із застосуванням методів аналогії, теорії подібності й теорії обробки даних експерименту .

Моніторинг довкілля (*англ. monitoring, від лат. monitor – той, що контролює, попереджує*) – система спостереження і контролю за природними, природно-антропогенними комплексами, процесами, що відбуваються у них, навколишнім середовищем загалом з метою раціонального використання природних ресурсів і охорони довкілля, прогнозування масштабів неминучих змін.

Моніторинг глобальний – система спостережень за планетарними процесами і явищами, які проходять у біосфері, з метою оцінювання та прогнозування глобальних проблем охорони навколишнього природного середовища.

Моніторинг ґрунтового покриву – система стійких спостережень, діагностування, прогнозування та вироблення рекомендацій щодо управління станом ґрунтів з метою збереження і відтворення їх родючості.

Моніторинг навколишнього середовища – спостереження за станом навколишнього середовища з метою запобігання виникненню критичних ситуацій (підвищенню загазованості повітря тощо), шкідливих або загрозливих для здоров'я людей і живих організмів.

Моніторинг поверхневих вод – система послідовних спостережень, оброблення даних про стан водних об'єктів, прогнозування їх змін та розроблення науково обґрунтованих

комендацій для прийняття управлінських рішень, які можуть позначатися на стані вод.

Моніторинг екологічний – комплексна науково-інформаційна система спостережень, оцінювання і прогнозування зміни стану навколишнього середовища і живих організмів під впливом антропогенних факторів.

Модуль техногенного навантаження (МТН) – річний обсяг поллютантів у газових викидах в атмосферне повітря, стічних водах у водойми та неутилізованих твердих відходів антропогенної діяльності (тис. т або км³ за рік).

Мутність води – вміст завислих речовин в одиниці об'єму суміші води з наносами.

Навантаження антропогенне – ступінь прямого і непрямого впливу діяльності людини на природу в цілому або на її окремі компоненти.

Надійність екологічна – здатність екосистеми повністю самовідновлюватися й саморегулюватися (у межах природних для системи добових, сезонних, річних та вікових коливань) протягом певного періоду її існування.

Надійність природної системи – здатність природної системи (біогеоценозу, ландшафту тощо) практично нескінченно функціонувати (у межах природних коливань) без різких змін структури та функцій.

Непряме вимірювання – вимірювання, в якому значення однієї чи декількох величин, що вимірюються, знаходять після перетворення роду величини чи обчислення за відомими їхніми залежностями від декількох величин, що вимірюються прямо.

План міста – картографічне відображення території міста та інших важливих населених пунктів та їх околиць.

Поправка напрямку (1Ш) - кут між північним напрямом вертикальної лінії кілометрової сітки в даній точці і магнітним меридіаном.

Норма санітарно-гігієнічна – якісно-кількісний показник стану навколишнього середовища, дотримання якого гарантує безпечні або оптимальні умови існування живих організмів.

Правильність вимірювання – характеристика якості вимірювань, що відображає близькість до нуля систематичної складової похибки вимірювання.

Об'єкт – це абстракція безлічі предметів реального світу, що володіють однаковими характеристиками й законами поведіння.

Одноразове вимірювання – вимірювання, яке здійснюється одноразово за один прийом (вимірювання часу по годиннику).

Оперативний (кризовий) моніторинг довкілля – спостереження за спеціальними показниками у реальному масштабі часу на мережі пунктів за окремими об'єктами, джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, які визначають як зони надзвичайної екологічної ситуації, а також у районах аварій зі шкідливими екологічними наслідками з метою забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їх ліквідації, створення безпечних умов для населення.

Очищення води – усунення сторонніх домішок із води механічними, фізико-хімічними і біологічними методами.

Показники якості води гідробіологічні – показники якості води, які визначають при гідробіологічному аналізі: біомаса живих рослинних і тваринних організмів, чисельність популяцій, колі-титр, колі-індекс, сапрофіти та ін.

Пост водомірний – обладнання для систематичного вимірювання рівня води в річках, морях, озерах, каналах.

Пост гідрологічний – пункт на водному об'єкті, обладнаний приладами і пристроями для проведення систематичних гідрологічних спостережень.

Психрометр – прилад для вимірювання вологості повітря.

Прогнозування – це науково обгрунтоване передбачення перспектив розвитку тієї чи іншої системи, а також власне сам процес його отримання.

Пункт спостереження за якістю поверхневих вод – місце на водоймищі або водотоці, де проводять комплекс робіт для одержання даних про якісні і кількісні характеристики води.

Радіоекологічний моніторинг – комплексна інформаційно-технічна система спостережень, досліджень, оцінювання й прогнозування радіаційного стану біосфери, територій поблизу АЕС, потерпілих від радіаційних аварій.

Радіометр – прилад для визначення активності радіонуклідів, їх питомої (масової, поверхневої або об'ємної) величини.

Речовина антропогенна – хімічна сполука, введена у сферу Землі завдяки діяльності людини.

Результат прогнозування – **прогноз** – сукупність науково передбачених даних щодо значень параметрів системи у певні майбутні моменти часу.

Рівень радіоактивності – сумарна інтенсивність саморозпаду радіоактивних нуклідів у навколишньому середовищі. Залежить від природного фону радіоактивності й кількості антропогенних радіоактивних забруднювачів середовища.

Рослина-індикатор – рослина, у якої ознаки ушкодження виявляються при впливі фітотоксичної концентрації забруднюючих речовин або їх суміші.

Рослина-монітор – рослина, за ознаками ушкодження на якій можна отримати інформацію про кількість забруднюючих речовин або їх суміші у довкіллі.

Середньодобова гранично допустима концентрація (ГДКс.д.) – характеристика небезпечності шкідливої речовини, встановлена для попередження загально-токсичного, канцерогенного, мутагенного та інших впливів речовин на організм людини.

Середовище – сукупність умов, які діють на організм, популяції або біоценоз, викликаючи відповідну їх реакцію, забезпечуючи існування їх і обмін речовин та енергії.

Середовище навколишнє – поняття, прийняте ЮНЕСКО (Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури), яке включає комплекс природних, антропогенних і соціальних чинників життя людини

Середовище навколишнє природне (довкілля) – середовище, яке тою чи іншою мірою (іноді досить значною) змінене людиною. До нього за змістом близькі: «техногенне

середовище», «антропогенне середовище», «промислове середовище».

Середовище проживання – природні тіла і явища, з якими організм (організми) перебуває в прямих або опосередкованих взаємовідносинах.

Система – множина певних взаємопов'язаних об'єктів разом з їх атрибутами та існуючими між ними зв'язками (відносинами).

Система інформаційного забезпечення – сукупність способів і засобів, які забезпечують збирання, зберігання, обробку та надання інформації про стан навколишнього середовища і реалізації запланованих програм.

Системний аналіз – переведення фізичних чи біологічних уявлень про систему в математичні рівняння, а також виконання операцій над математичними символами в отриманих рівняннях з метою знаходження функцій системи.

Система знаків – сукупність умовних позначень, вживаних на карті певного масштабу, призначення, змісту і характеру використання.

Система координат – сукупність ліній і площин, орієнтованих певним чином у просторі, відносно яких визначається положення об'єктів. Лінії, прийняті за початкові, служать осями координат, а площини - координатними площинами.

Система плоских прямокутних координат – система, в якій розташування точки на земній поверхні визначається лінійними координатами X (відлік від екватора) та Y (відлік від осьового меридіана 6-градусної зони, який винесено вліво на 500 км).

Система географічних координат – система, в якій розташування точки на земній поверхні визначається кутовими величинами (широтою і довготою) відносно площин екватора і почат-

Спектр – упорядковане за довжиною хвиль електромагнітне випромінювання.

Спектральний аналіз – сукупність методів визначення складу (наприклад, хімічного) об'єкта, заснований на вивченні спектрів взаємодії матерії з випромінюванням: спектри

електромагнітного випромінювання, радіації, акустичних хвиль, розподілу за масою та енергією елементарних частинок та інше.

Спостереження візуальні – метод визначення стану водного об'єкта шляхом безпосереднього його огляду.

Соціоекосистема (СЕС) – це складна екосистема, що динамічно розвивається, складена з природних об'єктів, людського соціуму й об'єктів господарської діяльності людини.

Статичне вимірювання – вимірювання величини, яку можна вважати незмінною за час вимірювання.

Створ пункту спостереження – умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, де проводиться комплекс робіт для отримання інформації про якість води.

Стрімкість схилу – кут нахилу схилу до горизонтальної площини (чим більший цей кут, тим схил більш стрімкий).

Схил – нахилена поверхня форми рельєфу.

Сукупне вимірювання – непряме вимірювання, в якому значення декількох одночасно вимірюваних однорідних величин отримують розв'язанням рівнянь, які пов'язують їх з іншими величинами, що вимірюються прямо чи опосередковано.

Сумісне вимірювання – непряме вимірювання, в якому значення декількох одночасно вимірюваних різнорідних величин отримують розв'язанням рівнянь, які пов'язують їх з іншими величинами, що вимірюються прямо чи опосередковано.

Техносфера – сучасний неприродний стан біосфери, перетвореної в результаті технічної та технологічної діяльності людини.

Тематичні дані – групування даних за характеристиками основних компонентів предметної області, що здійснюються за принципом змістовної організації інформації.

Тематичні карти – карти, основний зміст яких визначається конкретно зображеною темою.

Титриметричний аналіз (титрування) – методи кількісного аналізу в аналітичній і фармацевтичній хімії, засновані на вимірі об'єму розчину реактиву відомої концентрації, що витрачається для реакції з визначуваною речовиною.

Токсини – отруйні речовини природного походження.

Токсиканти – речовини, які, потрапивши в організм, можуть викликати захворювання чи відхилення в життєдіяльності.

Топографічні елементи місцевості – все, що створено на поверхні землі природно або штучно (населені пункти, дорожня мережа, гідрографія, рельєф, ґрунтово-рослинний покрив, місцеві предмети, опорна мережа).

Тріангуляційна модель – набір довільно розташованих точок із значеннями висот в них разом із структурою тріангуляції, побудованої по цих точках (як правило, це тріангуляція Делоне).

Управління охороною навколишнього середовища – забезпечення норм і вимог, що обмежують шкідливу дію процесів виробництва і продукції, яка випускається, на навколишнє середовище, та її раціональне використання.

Утилізація відходів – залучення відходів у нові технологічні цикли або використання їх в корисних цілях.

Файл (таблиця) – сукупність екземплярів записів однієї структури.

Фізичне забруднення – пов'язане зі зміною фізичних, температурно-енергетичних, хвильових і радіаційних параметрів зовнішнього середовища.

Фізичні методи аналізу – методи, за допомогою яких можна визначити склад речовини без допомоги хімічних реакцій.

Фізико-хімічні методи аналізу – методи, які ґрунтують-ся на вивченні хімічних та фізичних властивостей речовин або їх похідних.

Фоновая концентрація – статистично вірогідна максимальна концентрація, ($C_{ф}$, мг/м³), яка характеризує забруднення атмосфери.

Фоновий моніторинг – багаторічні комплексні спостереження за визначеними об'єктами природоохоронних зон для оцінювання і прогнозування змін стану екосистем, віддалених від об'єктів промислової і господарської діяльності.

Фотометрія – метод аналізу, оснований на вимірюванні поглинання досліджуваним забарвленим розчином речовини світла не строго монохроматичного випромінювання.

Хімічне забруднення ґрунту – зміна природного хімічного складу ґрунту внаслідок проникнення в ґрунт нехарактерних для нього речовин або збільшення концентрацій природних речовин до величин, що перевищують норму.

Хімічні методи аналізу – методи визначення складу досліджуваної речовини, які ґрунтуються на використанні хімічних властивостей елементів або йонів.

Хроматографія – це метод аналізу суміші речовин, оснований на різному їх розподіленні між двома фазами, що не змішуються. – рухомою і нерухомою фазами.

Ценоз – стійке угруповання взаємопов'язаних живих організмів.

Частинки радіоактивні аерозольні – радіоактивні частинки, що входять до складу повітря, утворюючи з ним аерозолі.

Чинник – умова, рушійна сила, причина будь-якого процесу, яка визначає його характер або одну з його основних рис.

Шумове забруднення – зростання інтенсивності шуму над природнім рівнем.

Щільність – маса одиничного об'єму речовини.

Явище – будь-який вияв змін, реакцій, перетворень тощо, які відбуваються в докiллі.

Ядерний магнітний резонанс – явище резонансного поглинання радіочастотних хвиль деякими ядрами атомів, що розміщені у зовнішньому магнітному полі.

Якість води – характеристика складу та властивостей води, яка визначає її придатність для конкретних цілей використання.

Якість повітря – рівень потрібності його людині.

Якість ґрунту – характеристика складу і властивостей ґрунту, яка визначає її придатність для конкретних цілей використання.

Якість середовища – ступінь відповідності природних умов потребам людей та інших живих організмів.

ЗМІСТ

АБРЕВІАТУРА І СКОРОЧЕННЯ.....	3
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЕЛИЧИНИ Й ОДИНИЦІ МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ (СІ).....	5
ПЕРЕДМОВА.....	6
ВСТУП.....	8
Частина І. ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	9
Розділ 1. Основні відомості про вимірювання.....	10
1.1. Основні поняття та визначення.....	10
1.2. Класифікація вимірювань.....	11
1.3. Принципи та методи вимірювання.....	13
1.4. Класифікація методів вимірювання параметрів навколишнього природного середовища.....	15
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	19
<i>Література для самопідготовки.....</i>	19
Розділ 2. Інструментальні методи і засоби контролю параметрів навколишнього середовища.....	20
2.1. Спектрометрія.....	20
2.2. Фотометрія.....	24
2.3. Хроматографія.....	26
2.4. Електрохімічні методи аналізу.....	32
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	39
<i>Література для самопідготовки.....</i>	40
Розділ 3. Хімічні та біологічні методи аналізу об’єктів довкілля.....	41
3.1. Гравіметричний аналіз.....	41
3.2. Титриметричний аналіз.....	46
3.3. Біологічні методи дослідження.....	51
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	51
<i>Література для самопідготовки.....</i>	51
Розділ 4. Методи аналізу токсичних забруднювачів.....	53
4.1. Методи оптичної спектроскопії і люмінесценції.....	53
4.2. Газова хроматографія визначення СОЗів.....	56
4.3. Хромато-мас-спектрометрія.....	60
4.4. Високоєфективна рідинна хроматографія.....	62
4.5. Капілярний зонний електрофорез.....	65

4.6. Інверсійна вольтамперометрія.....	68
4.7. Ферментативні та імунохімічні методи.....	72
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	<i>74</i>
<i>Література для самопідготовки.....</i>	<i>75</i>
Розділ 5 . Вимірювання енергетичних параметрів об’єктів навколишнього середовища.....	76
5.1. Методи і засоби вимірювання електромагнітного випромінювання.....	76
5.2. Методи і засоби вимірювання та контролю дозового навантаження.....	80
5.3. Методи і засоби вимірювання шумового та вібраційного навантаження.....	92
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	<i>101</i>
<i>Література для самопідготовки.....</i>	<i>102</i>
Розділ 6. Обробка результатів вимірювання.....	103
6.1. Організація проведення вимірювань.....	103
6.2. Обробка результату багаторазових прямих вимірювань.....	107
6.3. Перевірки належності сукупності результатів вимірювання нормальному закону розподілу.....	112
6.4. Алгоритм обробки результатів багаторазових вимірювань.....	118
6.5. Обробка результатів непрямих вимірювань.....	122
6.6. Обробка результатів нерівноточних вимірювань.....	124
6.7. Коефіцієнт кореляції при зіставленні результатів обробки двох вибірок.....	126
6.8. Обробка результатів при великій кількості вимірювань.....	128
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	<i>131</i>
<i>Література для самопідготовки.....</i>	<i>132</i>
Частина 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ.....	133
Розділ 7. Загальні принципи моделювання екологічного стану довкілля.....	134
7.1. Поняття «моделі» та їх класифікація.....	134
7.2. Математичне моделювання в екології.....	138
7.3. Етапи математичного моделювання.....	143
7.4. Математико-картографічне моделювання (МКМ)	

соціоекосистеми.....	146
7.5. Задачі соціоекологічного моделювання.....	150
7.6. Моделі та методи екологічного моделювання.....	154
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	162
<i>Література для самопідготовки.....</i>	163
Розділ 8. Прогнозування екологічного стану складових довілля.....	164
8.1. Поняття прогнозу та прогнозування.....	164
8.2. Методики прогнозування стану складових.....	168
8.3. Прогнозування стану атмосфери.....	172
8.4. Прогнозування стану ґрунтів.....	179
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	185
<i>Література для самопідготовки.....</i>	186
Частина 3. КАРТОГРАФІЯ В ЕКОЛОГІЇ.....	187
Розділ 9. Картографічний твір та модельні властивості карт.....	188
9.1. Картографія та картографічні твори.....	188
9.2. Класифікація картографічних творів та елементи карт.....	191
9.3. Математична та геодезична основи картографічних творів.....	194
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	198
<i>Література для Самопідготовки.....</i>	199
Розділ 10. Зміст картографічного зображення.....	200
10.1. Зміст карти та його елементи.....	200
10.2. Способи картографічного зображення об'єктів на тематичних картах.....	204
10.3. Картографічна семантика в екологічному картографуванні.....	216
10.4. Написи на картах.....	218
10.5. Картографічна генералізація та її фактори.....	231
10.6. Стандартизація термінів і визначень у картографії... ..	220
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	224
<i>Література для самопідготовки.....</i>	225
Розділ 11. Теоретичні основи екологічного картографування.....	226
11.1. Основи екологічного картографування.....	226
11.2. Принципи картографування для екологічного моніторингу.....	232

11.3. Картографування забруднень.....	233
11.4. Комплексне екологічне картографування.....	237
11.5. Геоінформаційні технології в екологічних дослідженнях.....	240
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	<i>251</i>
<i>Література для самопідготовки.....</i>	<i>252</i>
Розділ 12. Проектування, складання та видання карт.....	253
12.1. Методи створення карт.....	253
12.2. Комп'ютерні технології у картографуванні.....	263
12.3. Географічна інформаційна система. Цифрові карти...	270
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	<i>278</i>
<i>Література для самопідготовки.....</i>	<i>279</i>
Частина 4. ПАСПОРТИЗАЦІЯ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МОНІТОРИНГУ.....	280
Розділ 13. Моніторинг довкілля мікрорайону	281
13.1. Фізико-географічна характеристика об'єктів моніторингу.....	281
13.2. План (мапа) об'єктів моніторингу.....	284
13.3. Оцінювання екологічної ситуації на досліджуваній території.....	285
13.4. Вибір об'єктів моніторингу.....	288
13.5. Екологічна оцінка природного середовища та об'єктів за програмою моніторингу.....	292
13.6. Обробка даних і оформлення результатів.....	294
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	<i>297</i>
<i>Література для самопідготовки.....</i>	<i>297</i>
Розділ 14. Екологічне картографування та складання екологічного паспорту об'єктів довкілля	298
14.1. Екологічне картографування мікрорайону.....	298
14.2. Екологічний паспорт мікрорайону.....	303
<i>Контрольні запитання і вправи для самоперевірки.....</i>	<i>308</i>
<i>Література для самопідготовки.....</i>	<i>309</i>
ВИКОРИСТАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА.....	310
СЛОВНИК ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ.....	314
ДОДАТКИ.....	332
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	351

ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Історична довідка

1922 рік - на базі Ново-Чарторийської сільськогосподарської школи Новоград-Волинського повіту створено Волинський агро-номічний технікум.

1929 рік - Волинський агротехнікум переведено до міста Житомира і в результаті об'єднання з технікумом землевпорядкування було створено Волинський сільськогосподарський політехнікум.

1930 рік - Волинський сільськогосподарський політехнікум реорганізовано в Житомирський сільськогосподарський інститут технічних культур.

1935 рік - Житомирський сільськогосподарський інститут технічних культур Постановою раднаркому УРСР реорганізовано в Житомирський сільськогосподарський інститут.

1994 рік - Постановою Кабінету Міністрів на базі Житомирського державного сільськогосподарського інституту створено Державну агроекологічну академію України (м. Житомир).

2001 рік - на базі Державної агроекологічної академії України (м. Житомир) створено Державний агроекологічний університет (м. Житомир).

2008 рік - Указ Президента України № 769/2008 від 27 серпня 2008 року Про надання Державному агроекологічному університету статусу національного і надалі іменувати його - Житомирський національний агроекологічний університет.

Університет має 8 факультетів: агрономічний, аграрного менеджменту, ветеринарної медицини, економічний, екологічний, лісового господарства, механізації сільського господарства, технологічний.

До складу університету входять: інститут регіональних екологічних проблем, інститут післядипломної освіти та інформаційно-консультативного забезпечення, навчально-дослідне господарство «Україна», ботанічний сад, навчальна ферма, навчально-науковий центр кінології та фелінології, інформаційний відділ,

Навчальний процес забезпечують 44 кафедри та біля 80 їх філій, у тому числі кафедри екологічного профілю: загальної екології, моніторингу навколишнього природного середовища, технічного сервісу та інженерної екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

При університеті працюють спеціалізовані вчені ради з правом прийняття до розгляду та проведення захистів дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук із спеціальності «Екологія».

Інститут післядипломної освіти та інформаційно-консультативного

забезпечення забезпечує перепідготовку і післядипломне підвищення кваліфікації керівників та спеціалістів зі спеціальностей університету, надання другої вищої освіти зі спеціальності «Облік і аудит».

У межах міжнародного партнерства університет співпрацює з Росією, Німеччиною, Швецією, Польщею, Італією, США, Великобританією, Францією, Данією, Нідерландами.

Важливим напрямом міжнародної діяльності є надання можливості студентам вивчення новітніх сільськогосподарських технологій та організації приватного бізнесу при проходженні виробничої практики у фермерських господарствах Великобританії, Німеччини, Франції, Данії, Нідерландах, Польщі, Австрії, США.

В університеті розроблені і впроваджені концепції безперервної екологічної освіти та виховання, національно-громадського, політичного, правового, морально-етичного, художньо-естетичного, статевого, фізичного та трудового виховання. Духовому оркестру, студентському хору університету та студентському театру «Веста» присвоєно звання «Народного».

Серед вихованців університету є майстри спорту міжнародного класу, майстри спорту, кандидати в майстри спорту.

До послуг студентів - бібліотека з загальним фондом 400 тис. примірників, 7 читальних залів, 2 критих спортивних зали, спортивні майданчики, 8 гуртожитків.

В університеті діє відділ громадського харчування. Харчування студентів і співробітників здійснюється за пільговими цінами. У санаторії-профілакторії студенти отримують спецхарчування та медичне обслуговування. У середньому за рік оздоровлюється більше ніж 700 студентів.

Працює лікарський оздоровчий пункт, де надається кваліфікована медична допомога терапевта, стоматолога, гінеколога, лікаря з лікувальної фізкультури.

Екологічний факультет

Створений 5 серпня 1997 року. У різні роки факультет очолювали В.О. Патарідзе (1997-1999), Б.В. Борисюк (1999-2003). З березня 2004 року декан факультету - доцент, к.с.-г.н. П.М. Мальярчук.

На факультеті ведеться підготовка фахівців зі спеціальностей: 1) 8.040601, 7.040601 «Екологія та охорона навколишнього середовища», 6.040106 - «Екологія, охорона навколишнього природного середовища та збалансоване природокористування»;

2) 5.030401 - «Правознавство» за освітньо-кваліфікаційним рівнем молодший спеціаліст.

Форма навчання - денна та заочна. Навчається більше тисячі студентів, в тому числі близько 700 - денної форми навчання.

У структурі факультету п'ять кафедр: загальної екології; моніторингу навколишнього природного середовища; охорони довкілля та збалансованого природокористування; хімії та правознавства.

На факультеті функціонують навчально-наукові лабораторії комп'ютерного моделювання екологічних систем, радіологічна, еколого-правової інформації.

Випускники факультету успішно працюють на виробництві, в управлінні з охорони навколишнього середовища, екологічній інспекції, в закладах освіти, науки тощо.

Навчальний та виховний процес забезпечує кваліфікований педагогічний колектив, до складу якого входять 7 професорів та 45 доцентів (84,5% викладачів мають ступінь доктора та кандидата наук).

На факультеті видано близько 100 посібників, підручників, монографій та рекомендацій для виробництва. Співробітниками факультету у складі творчих колективів розроблено близько 50 типових програм навчальних дисциплін у системі Мінагрополітики і продовольства України.

Факультет має тісні наукові зв'язки з: Національним ботанічним садом ім. М.М. Гришка; Варшавським сільськогосподарським університетом (Польща); Центром радіаційного захисту і радіоекології Ганноверського університету (Німеччина); Інститутом прикладної біотехнології Radostim (Німеччина); Брянським сільсько-подарським інститутом (Росія); Лабораторією хімічної та біологічної освіти Інституту педагогіки АПН України; Лабораторією генетики Інституту тваринництва УААН (Харків); Інститутом органічної хімії НАН України; Національним аграрним університетом (Київ); Житомирським державним технологічним університетом; Житомирським державним університетом ім. І.Я. Франка та іншими установами.

Факультетом ініційовано проведення науково-практичних конференцій: міжнародної «Екологія: вчені у вирішенні проблем науки, освіти і практики» (2007,2010 рр.); всеукраїнської «Вода: проблеми та шляхи вирішення» (2003, 2007, 2010 рр.); міжнародної «Наука. Молодь. Екологія» (щорічна з 2005 р.); міжнародної «Інновації для сільського господарства» (2009 р.).

Навчальне видання

**Анатолій Кирилович Запольський,
Анатолій Павлович Войцицький,
Ігор Анатолійович Пількевич,
Петро Михайлович Малярчук,
Анатолій Петрович Багмет,
Григорій Іванович Парфенюк**

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

ПІДРУЧНИК

Том 2

Оригінал-макет – Грозний А. Б.
Дизайн обкладинки – Зарицька У. М.

Підписано до друку 08.05.2012. Формат 60x84/16.
Гарнітура Times. Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 21,0. Обл.-вид. арк. 37,8.
Наклад 500 прим. Зам. № 114.

**Підготовлено до друку та надруковано
у видавництві ПП «Медобори-2006»**
32343, Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н,
с. Довжок, пров. Радянський, ба. Тел./факс (03849) 9-09-45.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №3025 від 09.11.2007 р.
www.drukarnya.com, e-mail: medobory@i.ua