ПЕРЕДМОВА

Регіональне геологічне вивчення територій визначається як фундаментальна багатоцільова науково-геологічна основа природокористування. Вона повинна забезпечити обґрунтування прогнозних ресурсів усіх видів корисних копалин і вирішення проблем розвитку мінерально-сировинної бази, водопостачання, екології, прогнозу землетрусів та інших геологічних небезпек. Результативне вирішення з усіх цих напрямків повинно спиратися на глибокий науковий аналіз і синтез всієї наявної геологічної, геофізичної, геохімічної, аерокосмогеологічної інформації із залученням сучасних геологічних теорій, методів і прийомів досліджень, комп'ютерних засобів обробки даних.

Навчальний посібник має за мету висвітлити певний об'єм інформації та методики досліджень дисципліни «Структурна геологія, геокартування та дистанційні методи», яка викладається студентам другого курсу за напрямом підготовки «Геологія». Забезпечення дисципліни учбовою і методичною літературою нерівномірно. Блок інформації, що стосується структурної геології, якнайповніше представлений в підручниках різних авторів. Ця література в сукупності з навчальними посібниками, які є в бібліотеці ВНЗ, і методичними вказівками до виконання лабораторних робіт повною мірою забезпечують виконання навчальної програми розділу «Структурна геологія».

Структурна геологія щільно пов'язана з геокартуванням та методами дистанційних досліджень. В існуючих навчальних виданнях уся ця інформація поєднана та представляється у відповідних розділах. Такий логічний підхід на практиці складно реалізується, оскільки для студентської аудиторії потрібна певна адаптація та «занурення» в тему. З'являються також технічні складності в поєднанні теоретичного та лабораторного модулів дисципліни. Отже на практиці геокартування та дистанційні методи доцільно відокремлювати у відносно самостійні блоки.

Питання власне геологічного картування в навчальній літературі висвітлені вкрай схематично і неповно, а методика досліджень під час геокартування в цих джерелах не розглядається. Питанням методики присвячена велика кількість наукової, а також інструктивно-методичної літератури, призначеної для виробничих геологічних організацій. Ці літературні джерела не можуть бути безпосередньо використані у навчальному процесі з причини недостатності накладу, а головним чином, їх неадаптованості для студентської аудиторії початкових курсів навчання.

Враховуючи викладене вище, навчальний посібник не передбачає поглиблення у деталі усіх аспектів геокартування і дистанційних методів досліджень, а має за мету структурувати наявну різнобічну інформацію та викласти її в адаптованому до сприйняття студентами початкових курсів навчання вигляді. Закріплення, поширення знань та практичних навичок повинно відбуватися під час польової навчальної геологознімальної практики та при вивченні інших дисциплін на старших курсах.

Перша частина посібника висвітлює загальні відомості про геологічне картування, періоди та види геологознімальних робіт. Особлива увага приділяється картуванню гірських порід різних за умовами утворення і залягання.

Друга частина посібника присвячена питанням використання дистанційних методів в сучасних геологічних дослідженнях. Дистанційні методи займають вагоме положення і мають перспективи їх впровадження при вдосконаленні методик і технічних засобів. Уже зараз використання аерокосмометодів дозволяє підвищувати об'єктивність, оперативність вирішення геологічних завдань, а також одержувати якісно нову інформацію.

Навчальний посібник призначений для усунення існуючого пропуску в наявній навчальній літературі і забезпечення комфортніших умов вивчення дисципліни. Крім того, він передбачає одержання загальних теоретичних знань з геокартування, дистанційного зондування Землі і практичних навичок геологічного дешифрування аерознімків. Розраховано посібник на студентів спеціальностей «Геологія», «Гідрогеологія», «Геофізика», «Геоінформаційні системи і технології».

Частина 1.
Геологічне картування

ВСТУП

Геологічні картографічні матеріали створюються в процесі цілеспрямованої діяльності, що носить загальну назву «Геологічна зйомка і складання карт геологічного змісту». У подальшому викладі цю назву ми ідентифікуватимемо з терміном «геокартування».

Під час підготовки висококваліфікованих фахівців-геологів різного профілю надзвичайно важливим є отримання знань в області геокартування. Нині майже усі теоретичні питання геології не обговорюються без картографічних матеріалів. Систематичне геологічне картування, проведене за період використання цього методу, привело до формування сучасних систем державних геологічних карт і державних геологічних служб в усіх країнах світу, як організованої основи загальнонаціональних заходів з використання природних ресурсів. Значення карт геологічного змісту зростає, тому що вони широко використовуються в цілому ряду інших галузей господарства від вивчення геологічних небезпек і моніторингу довкілля, розробки інженерно-геологічних заходів при будівництві і до моніторингу радіологічної обстановки навколо атомних електростанцій і поховання ядерних відходів. Відповідно карти геологічного змісту є необхідною початковою інформацією при планах розвитку господарства усіх країн світу.

Матеріали дистанційного зондування знаходять все більш широке впровадження в дослідження природного середовища та природних ресурсів, суттєво впливають на методику складання сучасних геологічних карт. Дешифрування дистанційних знімків стає невід'ємним елементом технологічної схеми геокартування. Матеріали дистанційного зондування отримують завдяки позаконтактній зйомці, зробленій з повітряних та космічних апаратів, з підводних човнів, наземних станцій. Ці дані доволі різноманітні за масштабом, вирішенням, поданням, геометричними, спектральними та іншими властивостями. Головна якість дистанційних зображень – висока детальність, охоплення значних просторів, можливість отримання повторних знімків та вивчення важкодоступних територій. Завдяки цьому дистанційне зондування знайшло в картографії різноманітне застосування. Матеріали дистанційних зйомок використовують для складання та оперативного поновлення топографічних і тематичних карт, картографування малодосліджених та важкодоступних районів.

«Геокартування і дистанційні методи» є складовою частиною дисципліни «Структурна геологія, геологічне картування і дистанційні методи досліджень», яка викладається студентам геологорозвідувального факультету Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» напряму підготовки 6.040103 Геологія на 2 курсі навчання. Теоретичні знання в подальшому закріплюються на навчальній практиці з геологічної зйомки, яка проводиться влітку на Дніпропетровському і Кримському полігонах.

1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ЗМІСТ І ЗАВДАННЯ ГЕОЛОГІЧНОГО КАРТУВАННЯ

1.1. Коротка довідка з історії розвитку геологічного картування

Приступаючи до вивчення дисципліни слід прагнути до отримання системних знань. У цьому контексті доречно на самому початку мати уявлення про історію становлення і розвиток геокартування, а також відомості про сферу її «інтересів», основних напрямів і завдань досліджень.

У результаті вивчення даного розділу студенти повинні

Знати:

- чим була зумовлена поява геологічних карт;
- до якого часу та регіону відноситься поява перших карт;
- яке відкриття забезпечило впровадження геохронологічного підходу при складанні геологічних карт;
- для яких регіонів вперше в Україні були складені геологічні карти;
- загальну схему геологорозвідувального процесу;

Уміти:

- пояснювати переваги надання інформації з картографічним методом;
- формулювати цілі геокартування на різних етапах геологорозвідувального процесу;
- пояснювати в чому є комплексність геокартування;
- пояснювати залежність прийомів геокартування від геологічних умов районів.

Геологічні карти* виникли на основі гірської справи. Перша карта, на якій умовними знаками було зображено поширення гірських порід і мінералів, була складена в 1644 р. (Ж. Кулон). У 1743 році англієць К. Пек (Christopher Packe, (1686-1749 рр.) для графства Кєнт склав карту поширення «кам'яних пагорбів», «глинистих пагорбів», крейди і алювію. У 1747 році Жан Етьєн Геттард дав «мінералогічну карту» частині Франції, де були виділені смугами відкладення, що відповідають приблизно палеозою, мезозою і кайнозою, а також родовища мінералів. У 1762 р. Фюнсель і Глезер (1775 р.) за допомогою кольорів склали карти для Тюрінгії. Усі ці карти були літологічними. У 1796 р. англійським інженером Уїльямом Смітом був відкритий палеонтологічний метод визначення віку осадочних порід. Було встановлено, що склад органічних залишків дозво-

* Термін «карта» з'явився в середньовіччі, в епоху Відродження, походить від латинського "charta" (лист паперу). У даний час слово «карта» використовується в багатьох мовах світу і має наступне найбільш загальне і традиційне визначення. Карта – це математично визначене зменшене, генералізоване зображення поверхні Землі, іншого небесного тіла або космічного простору, яке показує розташування або спроектовані на нього об'єкти в прийнятій системі умовних знаків [1].

ляє з'ясувати послідовність шарів, що в свою чергу відповідає хронологічному порядку їх відкладення на дні моря. З цієї миті з'явилася можливість визначати відносний вік і природну послідовність накопичення осадочних нашарувань, які складають земну кору. Роботи У. Сміта і Ш. Кювье відкрили можливість для складання справжніх геологічних карт, де відбивалися склад і вік порід. Перші такі карти з'явилися на початку XIX століття.

На території Російської імперії перша карта була складена унтершихмейстерами Дорофієм Лебедєвим і Михайлом Івановим за результатами окомірної геологічної зйомки в Нерчинському округі. Ця карта мала масштаб 1:210 000 і охоплювала район площею 35000 км^2. Систематичні роботи з геологічної зйомки гірничих округів і збору матеріалів для складання звідних карт були розпочаті в 1834 р. за ініціативою Д.І. Соколова. У 1841 р. Г.П. Гельмерсеном була опублікована перша загальна геологічна карта гірничих округів.

Значення геологічних зйомок було швидко оцінене, і у багатьох країнах були засновані спеціальні геологічні організації. Важливим етапом в історії розвитку геологічних досліджень стало створення Міжнародного геологічного конгресу (МГК). Перша його сесія відбулася в Парижі в 1878 р. На другій сесії МГК, що відбулася в 1881 р. (Болонья), були введені геохронологічні підрозділи і розроблені умовні позначення для геологічних карт, які удосконалюються до теперішнього часу.

У Росії в 1882 р. у системі Гірничого відомства був створений Геологічний комітет. З його заснуванням, під керівництвом академіка О.П. Карпінського, було розпочато систематичні геологічні зйомки в 10-верстовому масштабі (1:420000). Велика увага була звернена на складання повноцінних детальних карт гірничодобувних районів.

Зокрема, з 1892 р. почалося складання детальних геологічних карт Донецького кам'яновугільного басейну в масштабі 1:42 000. Цими роботами керував відомий геолог Л.І. Лутугін. Були розроблені основні принципи великомасштабного геологічного картування, які потім застосовувалися і удосконалювалися. Геологічні карти Донбасу, видані в 1926 р. є першокласними за виконанням і дають цінну інформацію для аналізу складчастих структур.

У результаті роботи Геологічного комітету до 1918 року геологічною зйомкою усіх масштабів було покрито 30 % площі Росії. До цього часу Геологічний комітет був реорганізований у Головне геологорозвідувальне управління, потім у Комітет у справах геології, пізніше – у Міністерство геології.

Перші геологічні дослідження України проводилися ученими Росії і Австро-Угорщини. З середини XIX ст. почала розвиватися своя геологічна школа в Київському, Харківському і Одеському університетах, у Львові. До кінця XIX століття в Донбасі і Придніпров'ї сформувалася потужна гірнича і металургійна промисловість. Для забезпечення її потреб було засновано Катеринославське вище гірниче училище (нині Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»), яке з перших років займало передові позиції в області геології, гірничої справи, металургії не лише в Україні, а і в межах усієї Російської імперії.

Перші узагальнення геологічних матеріалів знайшли віддзеркалення на схематичних картах Київської (К.М. Феофілактов, 1874 р.) і Херсонської (М.А. Барбот-де-Марні, 1869 р.) губерній. У 1872 році Гірничим департаментом з матеріалів братів Носових видається гірничопромислова карта пласта Донбасу, на якій уперше були оконтурені межі Донецького басейну, винесені пласти вугілля, вапняків і піщаників, охарактеризовані головні риси тектоніки. Узагальненням досліджень Західної України, яка у той час входила до складу Австро-Угорської імперії, стала геологічна карта Австро-Угорщини масштабу 1:576 000 (Ф. Хадер, 1865 р.). Питаннями стратиграфії Карпат займалися К. Пауль, Е. Тітце та ін., вулканітів – Ф. Ріхтгофен, 1859 р.

З 1 лютого 1918 р. розпочалася офіційна історія Українського геологічного комітету (УГК чи Укргеолком) при державному секретаріаті торгівлі і промисловості. Першим його директором був В.І. Лучицький.

Укргеолком почав збір і систематизацію усіх матеріалів з геології, які були накопичені на той період: геологічних карт у 25-верстовому масштабі, карт корисних копалини у 10-верстовому масштабі.

Надалі Укргеолком неодноразово змінював свою назву, структуру і місце знаходження, проте ніколи не припиняв своєї діяльності. Сучасна Державна служба геології та надр України (Держгеонадра), яка підпорядковується Міністерству екології та природних ресурсів України, є безпосереднім спадкоємцем комітету, утвореного на початку 1918 р.

Зараз у складі Держгеонадра діє 12 геологорозвідувальних організацій (Державне геофізичне підприємство «Укргеофізика», Північне державне регіональне геологічне підприємство «Північгеологія», Казенне підприємство(КП) «Південукргеологія», Східне державне регіональне геологічне підприємство, Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія», КП «Кіровгеологія», КП «Південний еколого-геологічний центр», Причорноморське державне регіональне геологічне підприємство, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», Український державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ), Територіальні інспекції державного геологічного контролю, Державне підприємство «Бурштин України»).

Геологічною зйомкою масштабу 1:200 000 покрита уся територія України. Для більшості перспективних районів проведена зйомка масштабу 1:50 000. Геокартування триває у напрямі деталізації і збільшення глибинності досліджень у перспективних рудних районах, а також узагальненні матеріалів зйомок і створенні регіональних карт, що є основою прогнозування і пошуків родовищ корисних копалини.

У надрах України виявлено понад 200 видів корисних копалини, відкрито 20 000 родовищ і проявів. У наших розвіданих родовищах зосереджено 30 % запасів залізних руд країн СНД, 75 % марганцевих руд, 70 % каолінів, 90 % кристалічного графіту, велика частина запасів титану, цирконію, значна кількість запасів вугілля, ртуті, урану, берилію, нерудної сировини для металургії, облицювального каменю.

1.2. Зміст і задачі геокартування

Геологічне картування – одна з прикладних геологічних дисциплін, тісно пов'язаних із структурною геологією, що розглядає методи складання геологічних карт і їх практичне застосування. Мета геологічного картування – складання геологічної карти на топографічній основі будь-якої ділянки земної поверхні в тому або іншому масштабі.

Геологічне картування полягає в систематичному і усебічному вивченні природних і штучних відслонень (виходів на поверхню) гірських порід для визначення їх складу, віку, походження, форм залягання, зображення їх поширення на топографічній основі. Воно супроводжується пошуками корисних копалини на усі види мінеральної сировини, виявленням геологічних умов залягання корисних копалини, а також прогнозом їх розміщення як на земній поверхні, так і на глибині.

Загальна схема геологорозвідувального процесу орієнтованого на рішення генеральної задачі – забезпечення мінеральною сировиною включає низку послідовних етапів:

– геологічна зйомка і пошуки;
– прогнозна оцінка;
– попередня розвідка;
– детальна розвідка;
– експлуатаційна розвідка.

Геологічна зйомка (геокартування) переважає на першому етапі, але проводиться і на усіх інших аж до повного відпрацювання родовища.

Геокартування є комплексним творчим науково-дослідним процесом. Комплекс методів, які використовуються під час геокартування, включає:

– вивчення матеріалів дистанційних досліджень земної поверхні (аерокосмометоди);
– систематичне і усебічне вивчення природних відслонень;
– проходку бурових свердловин і гірських виробок (канав, шурфів та ін.);
– проведення геохімічних і геофізичних зйомок площ, що вивчаються;
– лабораторні дослідження (хімічні, спектральні аналізи, мінералого-петрографічні та інші дослідження);
– спеціалізовані геологічні дослідження (літолого-стратиграфічні, палеонтологічні, геолого-структурні, геоморфологічні, інженерно-геологічні та ін.).

Зміст геологічного картування значно змінюється залежно від величини зображуваних на геологічній карті площ (масштаб карти), цілей, що переслідуються геологічним картуванням, геологічних умов місцевості, що картується і т.п. Прийоми геологічного картування, у свою чергу, залежать від геологічних умов місцевості, що вивчається. Тому необхідно розрізняти картування територій, зайнятих в одному випадку осадочними, в іншому випадку метаморфічними і магматичними породами. Прийоми геологічного картування бувають різними в областях розвитку порід, що залягають горизонтально, і порід

слабо порушених або сильно дислокованих. Різна методика проведення геологічного картування в районах, що мають, одно-, двох- і триярусну будову.

У цілому основним завданням геокартування є складання карти сучасної поверхні Землі. У ряді випадків потрібно складання карт древніх поверхонь, що знаходяться на глибині, і не виходять на денну поверхню. Прикладом можуть служити карти фундаменту платформ, карти поверхні будь-яких стратиграфічних горизонтів, карти поверхні інтрузиву і т.п.

Іншим, не менш важливим завданням геокартування є пошуки корисних копалини, пов'язаних з відкартованими геологічними тілами, виявлення закономірностей їх розміщення і виділення на цій основі перспективних площ, тобто складання прогнозних карт.

У разі, коли геокартування ведеться в районі здійснюваного або передбачуваного промислового або цивільного будівництва, воно вирішує ще одну задачу – виявлення гідрогеологічних і інженерно-геологічних умов будівництва.

Питання для самоконтролю

1. Що означає термін «карта» та яке його сучасне формулювання?
2. Яке спрямування мають сучасні геологознімальні роботи в Україні?
3. На яких етапах геологорозвідувального процесу виконують геологічну зйомку?
4. Які дослідження в геокартуванні відносяться до категорії спеціалізованих?
5. Для яких поверхонь складають геологічні карти?