

### 3.6. Методика дистанційного пошуку покладів гіпсу та гіпсоангідритів шляхом інформаційного інтегрування даних багатоспектральної аерокосмічної зйомки, польової спектросетрії і геологічних даних

Однією з широкоживаних корисних копалин є гіпс та гіпсоангідрит. Основною властивістю, яка обумовила широке використання гіпсу є його здатність частково дегідратизуватися при нагріванні, а після розчинення тужавіти, в'язнути і твердіти на повітрі, перетворюючись у камінь, завдяки чому він знайшов широке використання в сирому і обпаленому вигляді у будівництві: при виробництві в'язучих речовин, гіпсового цементу, гіпсокартону, звукопоглинальних плит, обшивальних листів, сумішей для облицювальних і штукатурних робіт і для виготовлення сірчаної кислоти. В сільському господарстві гіпс використовується як агролюда, для поліпшення якості засоленних ґрунтів і отримання азотних добрив (сульфату амонію). Гіпсоангідрит також застосовується у фарфоро-фаянсовій, керамічній і медичній промисловості. Здатність гіпсу легко піддаватися обробці, поліровці дозволяє використовувати його у якості імітатора мармуру.

#### 3.6.1. Генезис гіпсоангідритів та їх розповсюдження

Ангідрит та гіпс входить в групу галогенних порід. За генезою ангідрит —  $\text{CaSO}_4$  може бути первинним, утвореним хімічним осадженням на початкових стадіях галогенезу або вторинним — переважно залишковим продуктом вилугування найбільш розчинних галогенних порід у верхніх частинах солянокупольних структур. У приповерхневих умовах, в зоні гіпергенезу, ангідрит гідратизується та переходить у гіпс зі збільшенням об'єму до 30% [91].

Згідно з евапоритовою теорією галогенезу, гіпсоангідрити являються важливою частиною глобального круговороту речовини на Землі, вони випадають в осад після карбонатів, коли концентрація солей починає перевищувати початкову концентрацію в морській воді в 2–12 разів, за ними в осад випадає кам'яна сіль.

Макроскопічно гіпс являє собою верстувату чи масивну породу білого кольору й зернистої будови. У залежності від домішок набуває від ясно-сірого, зеленуватого, жовтуватого до червоного і чорного забарвлення. Дрібнозернисті агрегати називають алебастром, середньокристалічні чисті різновиди — цукроподібним гіпсом, волокнисті із шовковистим блиском — селенітом чи місячним каменем, пластинчасті монокристалічні прозорі агрегати — мар'їним склом [92]. Гіпс утворює в осадових породах пластові поклади товщиною до 45 м, протяжністю до десятків кілометрів.

Гіпсові й ангідритові товщі є типовими хемоген-

ними утвореннями, які накопичувались в умовах засоленних лагун в областях із сухим і гарячим кліматом. У геологічній історії України подібні палеогеографічні умови були у девоні, пермі, юрі, неогені. Гіпсоангідрити накопичились на північно-західному зануренні Донбасу (Бахмутська і Кальміус-Торецька улоговини), у зоні сполучення Волино-Подільської плити й Передкарпатського крайового прогину (Верхнє Придніпров'я), у Кримській складчастій області (Керч), Дніпровсько-Донецькій і Закарпатській внутрішніх западинах (кепроки соляних штоків) [88]. Гіпс та ангідрит у вигляді каменю та щебеню видобувають в Україні здавна, його запаси практично невичерпні. Балансові запаси гіпсу та ангідриту категорії А+В+С<sub>1</sub> в кінці ХХ ст. в Україні склали 458 млн т [90]. Станом на 2014 рік в Україні обліковується 44 родовища гіпсів і ангідритів, Державний баланс запасів гіпсу вже склав 616.2 млн т категорії А+В+С<sub>1</sub> та 127.0 млн т категорії С<sub>2</sub>. Розробляється 22 родовища та 4 об'єкти. Видобуток становить 1 703 тис. т, втрати 256 тис. т. Ангідрит видобувається в Донецькій області у кількості 7.29 тис. т. [94].

Динаміка видобутку гіпсової сировини з часу утворення незалежної України показані на рис. 3.39.



Рис. 3.39. Видобуток сировини гіпсу в Україні з 1990 до 2014 рр.

Родовища, що зараз не розробляються складають 48% балансових запасів. За розвіданими запасами Україна знаходиться на рівні США і Канади.

Найважливішим районом розповсюдження гіпсів на Україні є північно-західна частина Донецької складчастої споруди у зоні її зчленування з південно-східною окраїною ДДЗ. В Донецькій області 10 великих і одне середнє родовище гіпсу (Артемівське, Нирківське, Івангородське, Покровське, Деконське родовища); запаси 360 млн т [94].

Другим за потужністю районом поширення гіпсів

є Придністров'я, південь Опілля, Поділля й Покуття, де потужність гіпсів становить кілька десятків метрів в горизонтах третинного походження (тортонський ярус міоцену). Наявність товщ гіпсоангідриту утворюють так званий, карстовий ландшафт, а також розвинутий спелеокомплекс. Не зважаючи на великі площі приповерхневого поширення гіпсів вони тут слабо експлуатуються, головним чином через велику відстань до залізниць. Так само слабо розробляються і гіпси Підкарпаття (невеликі заводи на Івано-Франківщині (Вовчинець, Олешів, Побережжя) та в Чернівецькій області (Мамалігівське родовище).

*3.6.2. Визначення якісних причинно-наслідкових зв'язків між заляганням покладів гіпсоангідриту та оптико-фізичними параметрами і характеристиками ґрунтово-рослинного покриву*

Основні типи родовищ гіпсу і ангідриту мають осадове походження, вони формуються серед галогенних відкладів солеродних басейнів на початкових стадіях галогенезу. Відмітною особливістю ангідриту є те, що в його складі міститься безводий кальцій, сульфат різної міри розчинності. Якщо товща таких порід знаходиться в приповерхневих шарах і плащеподібно перекриває більш глибинні горизонти, то в місцях тріщинуватості і мікротріщинуватості розвиваються суфозійні і карстові процеси. Проникність карстуючих порід відрізняється високою анізотропією. Епігенний карст формується у відкритих (безнапірних) гідрогеологічних умовах, в безпосередньому генетичному зв'язку з поверхнею і поверхневим живленням, його концентрація зростає під час еволюції карстового рельєфу. Карстові системи в гіпсоангідритах забез-

печують водообмін [95]. Тому ознаки прояву покладів гіпсоангідритів широко корелюються з місцями розповсюдження поверхневого карсту та мікрозападин, що дуже добре дешифруються на дистанційних матеріалах за текстурно-структурними ознаками (рис. 3.40).

Приповерхневі поклади гіпсів проявляються також в зміні спектральних характеристик земної поверхні (на таких породах формуються кальцієво-сульфатовміщуючі ґрунти) і спостерігається певне освітлення тону поверхневих відкладів (рис. 3.41, 3.42). На Донеччині та в Придністров'ї близьке до поверхні розповсюдження верств гіпсів часто фіксується на космічних знімках зміною яскравості пригніченої галогенної рослинності, зменшенням потужності ґрунтового покриву. На рисунку 3.43 та 3.44 демонструється зміна спектральної яскравості за рахунок освітлення тону підстилаючої поверхні над виходом гіпсу за рахунок пригніченого і малопотужного ґрунтово-рослинного покриву та строкатість та контрастність тону зображення в місцях видобування та обводнення кар'єрів в результаті відкачки шахтних вод. До прямих ознак відноситься вихід гіпсоносною породи на денну поверхню на вершинах горбів і в схилах яружно-балкової мережі, що проявляється більш світлим фототоном (рис. 3.45, 3.46).

На бортах Бахмутської западини близьке до поверхні розповсюдження верств гіпсів формує хвилястий рельєф викликаний флексуроподібним, а також різного ступеню крутизни моноклінальним заляганням товщ (рис. 3.47).

Що стосується покладів гіпсоангідриту, що зустрічається в кепроках соляних штоків, то вони можуть проявлятися за непрямыми ознаками, шляхом виділення контурів солянокупольних структур. Для цього в геоіндикації існує значна низка ознак (індикаторів), прямого і прихованого характеру іденти-



**Рис. 3.40.** Дешифрувальні ознаки гіпсоносних покладів. Розвиток суфозійних просядок і поверхневого карсту (Донбас)





**Рис. 3.41.** Мікрозападини і просадки в Передкарпатті (Хотимир)



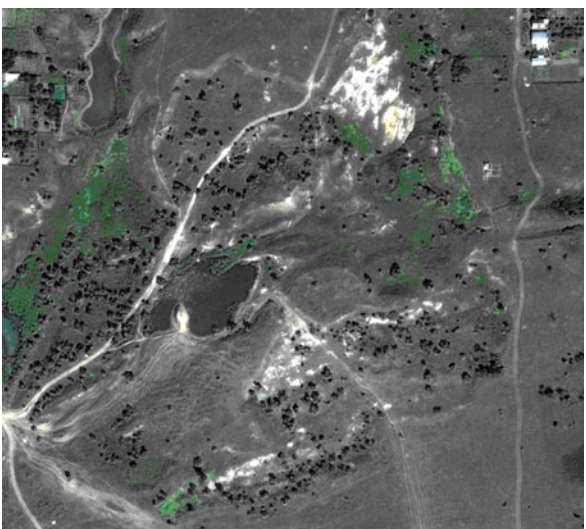
**Рис. 3.42.** Сильно закарстована поверхня в Придністров'ї (Сковятин–Сапогів)



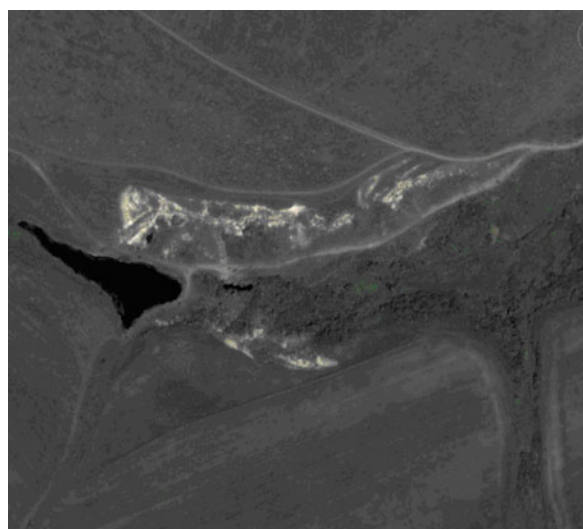
**Рис. 3.43.** Гіпсове поле Івангород з системою печер (Артемівськ)



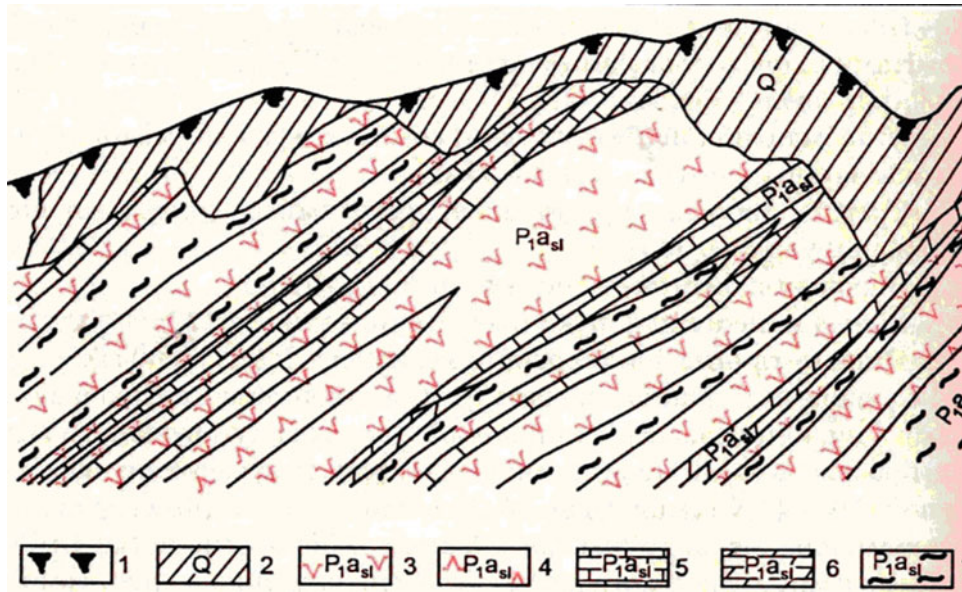
**Рис. 3.44.** Відпрацьована гіпсоносна територія (закинуті кар'єри Артемівська)



**Рис. 3.45.** Освітлений тон ґрунту і висипи гіпсоносних порід на поверхню: на вершинних поверхнях (Донбас)



**Рис. 3.46.** Освітлений тон ґрунту і висипи гіпсоносних порід на поверхню у схилах яружно-балкової мережі (Борщів)



**Рис. 3.47.** Схематичний геологічний розріз Нирківського родовища гіпсу в Бахмутській улоговині Донбасу. 1 — ґрунтово-рослинний шар голоцену; 2 — четвертинні суглинки та глини з уламками гіпсу; 3-7 — нижня перм, ашельський ярус, слов'янська світа: 3 — гіпси; 4 — ангідрити; 5 вапняки; 6 — доломіти, 7 — глини

фікації структур. Сама солянокупольна структура виділяється за прямими додатними деформаціями рельєфу, а також присутністю мікрозападин та провалів над склепінними структурами за рахунок вилугування солі та гіпсу (рис. 3.48, 3.49). Контур структури підкреслюється ерозійними формами, посиленням екзогенних процесів, флексурами та чіткими перегибами в схилових поверхнях (Солотвинська деформація, Висачківська, Роменська солянокупольні структури). Але безпосередньо виходи гіпсоангідритів на соляних штоках спостерігаються дуже рідко (Роменський шток) [91].

### 3.6.3 Дослідження зовнішніх та прихованих чинників, які мають вплив на формування корисного сигналу гіпсоангідритових покладів

З метою вивчення спектральних властивостей гіпсових порід проведено контактне спектрометрування їх різновидів. Нажаль, польові дослідження спектрів гіпсоносних порід безпосередньо на родовищі не проводилися.

Влабораторних умовах проведено спектрометрування зразків породи гіпсу, що були взяті з колекції музею.



**Рис. 3.48.** Солянокупольна структура Солотвино (Закарпаття) Провалля над склепінним структурі в результаті видобутку солі та виходу гіпсовміслючих порід

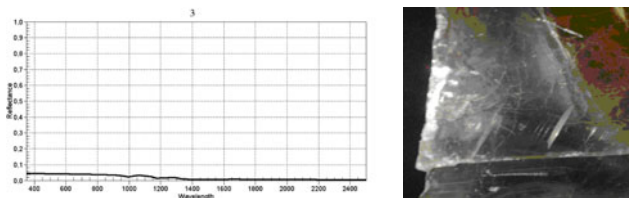


**Рис. 3.49.** Солянокупольна структура Ромни (Дніпровсько-Донецька западина). Провалля над склепінним структурі. Простежуються колишні кар'єри з видобутку гіпсу



Це кілька зразків з гіпсових печер Поділля — місцевість селищ Завалля і Заліщики. На рис. 3.50–3.54 демонструються фото та спектральні криві різних різновидів гіпсу.

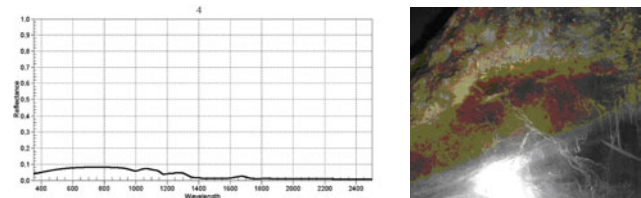
З рис. 3.50–3.54 видно, що в спектрах гіпсів мають місце розбіжності за рахунок різної кольоровості, прозорості та зернистості. Загальною властивістю гіпсоносних порід є низьке значення відбиття від поверхні гіпсу, особливо, якщо вона має



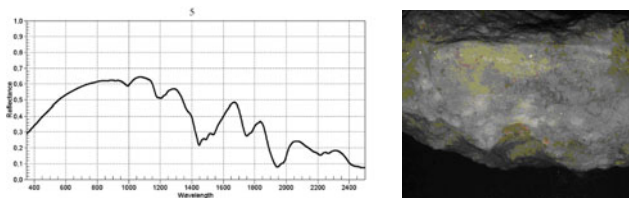
**Рис. 3.50** — Завалля, Камянець-Подільський район. Гіпс з слюдяним та скляним блиском, напівпрозорий

тя, особливо це видно при порівнянні спектральних кривих зразка з рис. 3.54 та 3.55 А.

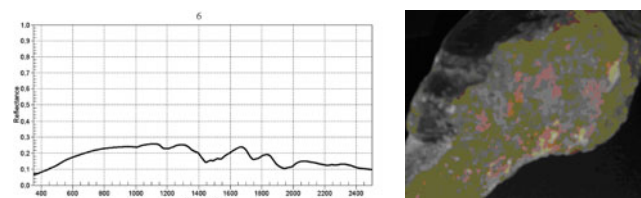
Отже, на формування корисного сигналу породи гіпсу впливає багато факторів. Навіть при безпосередньому спектрометруванні чистої породи гіпсу значні розбіжності виникають за рахунок кольору, шорсткості поверхні, зернистості, злитності, прозорості, а в природних умовах, коли в чистому вигляді виходить гіпсу можна спостерігати лише в кар'єрах та



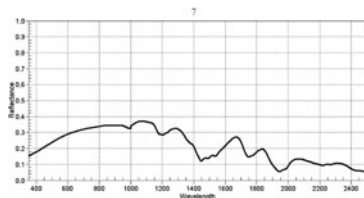
**Рис. 3.51** — Завалля, Камянець-Подільський район. Гіпс з жовто-сірим скляним блиском



**Рис. 3.52** — Заліщики, Тернопільська обл. Гіпс матовий, білого кольору, середньозернистої структури



**Рис. 3.53** — Заліщики, Тернопільська обл. Гіпс матовий, жовто-ясносірого кольору, середньозернистої структури



**Рис. 3.54.** Завалля, Камянець-Подільський район. Гіпс матовий, непрозорий ясносірого кольору, середньозернистої структури

скляний блиск і прозорість за рахунок пропускання породою світла і його поглинання. Зміни забарвлення та збільшення зернистості викликають значні коливання значень спектральних характеристик, насамперед, у тепловому діапазоні. У видимому та ІЧ-діапазонах із збільшенням довжини хвилі до позначки 950 нм спостерігається поступове наростання значень відбивної характеристики породи, а далі коливання значень залежать від структури і зернистості зразка.

На рис. 3.55 демонструються спектральні криві гіпсу та ангідриту, що представлені в спектральній бібліотеці USGS (лабораторії, відомій як “usgs.min”) [96].

Як видно з рис. 3.55, дані зі спектральної бібліотеки зіставимі із кривими отриманими в результаті наших лабораторних спектрометричних вимірювань за формою профілю спектральних кривих, але мають більш високі значення коефіцієнтів відбит-

на відкритих схилах, вони відрізняються більш освітленим фоном ніж навколишні породи та ґрунти та низкою прихованих ознак, які детально розглядаються на окремих еталонних ділянках.

### 3.6.4. Розробка аналітичної моделі енергомасообміну в геосистемі при наявності покладів гіпсоангідритів на прикладі еталонних ділянок в різних регіонах України

На сучасному етапі у зв'язку зі збільшенням попиту на гіпсову сировину відбувається геологічне довивчення, уточнення запасів та дорозвідка на багатьох існуючих вже родовищах. Тому, стисло розглянемо основні родовища гіпсу в Україні за регіонами розповсюдження та розкриємо методіку застосування аерокосмічних матеріалів пошуку

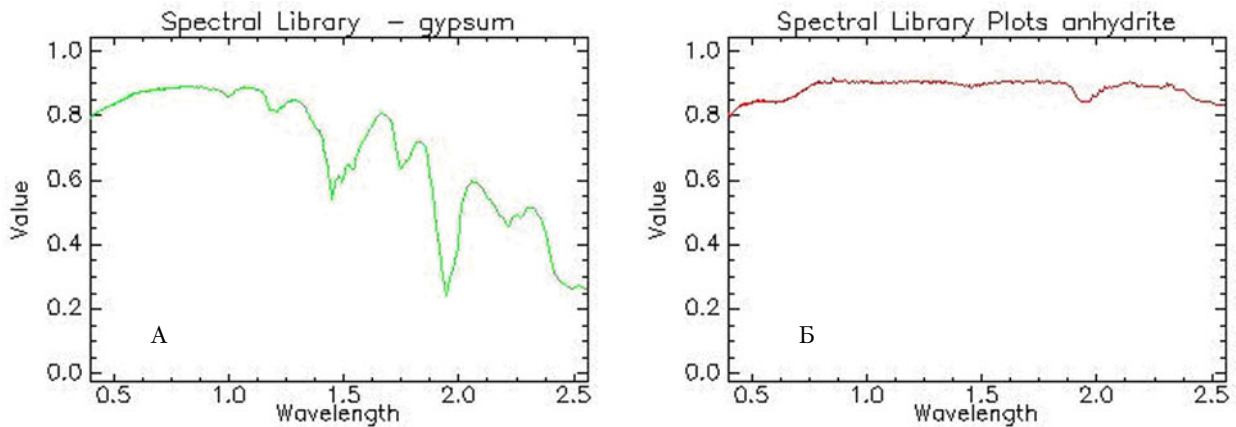


Рис. 3.55. Спектральні криві: А) гіпсу, Б) ангідриту

гіпсової сировини на прикладі окремих тестових ділянок.

Для відпрацювання ознак прояву гіпсоангідритових товщ при вирішенні завдань дистанційного пошуку покладів корисних копалин, в залежності від умов їх формування і залягання в межах різних регіонів України нами були вибрані наступні еталонні ділянки: Артемівська (Донецька обл.), Нирківська (Тернопільська обл.), Придністровська (Хмельницька обл.), Мамалигівська (Чернівецька обл.), Роменська (Сумська обл.).

**Донбас.** Гіпсові родовища Донбасу пов'язані з гіпсово-доломітовими й соленосними відкладами слав'янської і микитівської світ нижньої пермі, де вони утворюють самостійні горизонти, в яких виділяються гіпсові пласти й пластоподібні поклади. У гіпсово-доломітовій товщі нараховується до 11 пластів гіпсу потужністю від 0.55 до 36 м. У соленосній товщі буває до 7 робочих пластів потужність яких сильно змінюється і може сягати 40 м. Виходи гіпсоносних верств простежуються на північно-східному, південно-східному й південно-західному крилах Бахмутської улоговини. На пологопадаючих пластах південно-східного крила улоговини знаходяться широкі ділянки із сприятливими умовами залягання для відкритої розробки гіпсу й звичайно з великими запасами. На північно-східному крилі улоговини падіння пластів досить круте (до 30°) й придатні для розробки тільки вузькі смуги виходів. На таких родовищах як Михайлівське, Пшеничанське, Артемівське та інших спостерігаються дрібні прояви тектоніки — флексуроподібні переходи товщ з амплітудою коливань до 40 м. Біля виходів на поверхню пласти закарстовані, середня величина закарстованості 20% [91].

В результаті видобутку солі і гіпсу тут поширені печери і штольні, а в місцях близького залягання до поверхні простежується карстовий рельєф та алебастрові грядки. На прикладі південно-східного краю Артемівського родовища (Івангород) на рисунку 3.56 демонструється, як виглядають на космі-

чних матеріалах високого розрізнення (Quick Bird) ділянки розповсюдження приповерхневих виходів гіпсоносних порід (смугастий освітлений тон зображення в місцях флексур, моноклінальних схилів (крил складок).

Ландшафти складчастого Донбасу дуже строкаті і на їх дистанційному зображенні прослідковується сильна порушеність геологічного середовища та утворення великої кількості техногенних форм рельєфу та промислових об'єктів.

**Артемівська еталонна ділянка.** Артемівське родовище гіпсу і ангідриту розташоване на північно-східній околиці міста Артемівськ в Донецькій області. Його площа становить 9.4 км<sup>2</sup> (Рис. 3.57). На родовищі налічується до 18 пластів сульфатних порід, пов'язаних з відкладами пермської системи. Родовище розробляють з кінця 19 сторіччя шахтним способом. Воно неодноразово розвідувалося. Промислові запаси величезні. А з огляду на дешифрування космічних знімків площ приповерхневого залягання гіпсів може бути значно більше. Представники французької компанії ТДВ "Лафарж гіпс" реалізують великий інвестиційний проект в Артемівську. Вони вважають що Артемівське родовище гіпсу найбільше не тільки в Україні, але в усьому "географічному регіоні", і вони б хотіли надалі збільшити його розробку, для виробництва гіпсокартону та будівельних сумішей [97].

У геологічному розрізі родовища знизу вверх розкриваються [95]: 1) пермські відклади гіпси і ангідрити перешаровані з алевролітами, аргілітами, вапняками й доломітами (слов'янська світа), на глибині 100–180 м залягають 2 пласти кам'яної солі. Розкрита потужність 500 м; 2) тріасові відклади представлені аргілітами, алевролітами, пісковиками дронівської світи, загальною потужністю до 50 м; 3) відклади палеогену — піски й глини, потужністю до 45 м; 4) Відклади неогену — піски і керамічні глини (до 37 м); піщано-глинисті четвертинні відклади (від 5 до 40 м).

Геологічний розріз демонструється на рис. 3.58.



Рис. 3.56. Виходи гіпсових покладів на поверхню у вигляді освітлених смуг. КЗ Quick Bird

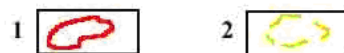
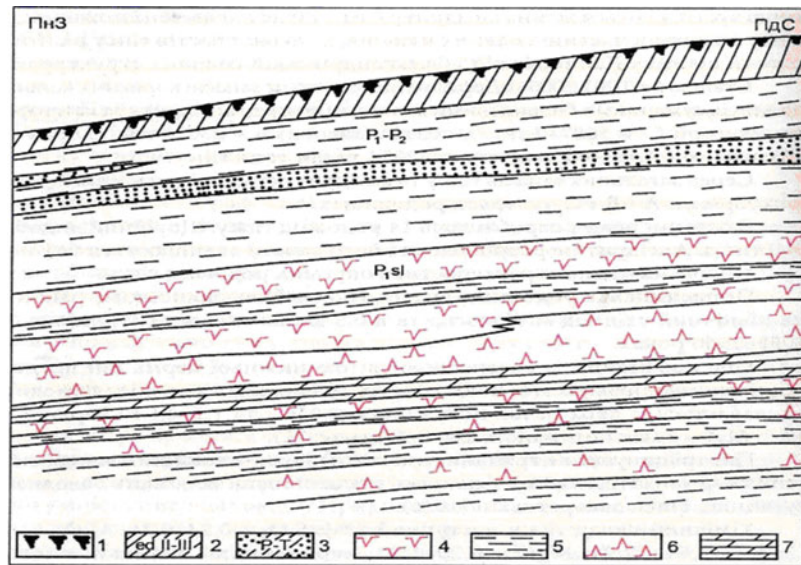


Рис. 3.57. Контури Артемівського родовища виділені за космічним зображенням за комплексом геоіндикаторів. 1 — Контур Артемівського родовища геологічний. 2 — Контур Артемівського родовища визначений за КЗ Landsat





**Рис. 3.58.** Схематичний геологічний розріз центральної частини Артемівського родовища гіпсу та ангідриту [91].  
1 — ґрунтово-рослинний шар; 2 — четвертинний суглинок; 3 — аргіліт з прошарками пісковиків; 4 — гіпс; 5 — аргіліт; 6 — гіпсоангідрити; 7 — доломіт

Родовище пов'язане із західним крилом Артемівської антикліналі, із загальним падінням пластів на захід, північний захід під кутом  $4-6^\circ$ . У зонах вилуговування пластів солі породи продуктивної товщі просіли на  $30-40$  м з утворенням двох пар сполучених антиклінальних і синклінальних складок шириною до  $300$  м і амплітудою  $10-30$  м кожна. Кути падіння крил складок  $5-6^\circ$ . За даними гірничих робіт відмічена також і дрібна складчастість та скиди з амплітудою до  $1$  м.

На космічному знімку Landsat-7 (просторове розрізнення  $30$  м) добре простежується у вигляді білих смуг грядовість рельєфу і виходи на поверхню гіпсоносних порід. Загальна площа поширення відкладів у приповерхневій горизонті виражається освітленням фототону за рахунок ґрунтового покриву і розрідженої рослинності (ці ґрунти бідніші в біологічному різноманітті та за продуктивністю).

Місця близького залягання гіпсоносних порід та виходи на поверхню дають різкі перепади спектральної яскравості поверхні, це підтверджується спектральними профілями, які побудовані через родовище. Найбільш інформативним є середній інфрачервоний діапазон SWIR ( $1.55-1.75$  мкм), (рис. 3.59, 3.60). Оконтурити приповерхневі гіпсоносні відклади можливо виконавши керовану класифікацію космічного зображення.

**Прикарпаття.** В басейні річки Прут та на Пруцько-Дністровському вододілі в Чернівецькій області виявлено значні поклади гіпсу й ангідриту, розвідані родовища і прояви гіпсу — Сталінештинське, Рухотинське, Дарабанське, Орестівське, Полянське, Анадолинське. На кордоні з Молдовою у селищі Мамалига Новоселицького району проводиться видобуток гіпсу відкритим способом та діє

Мамалигівський гіпсовий завод (рис. 3.61). У Львівській, Івано-Франківській, Чернівецькій області в зоні поширення верхньоторгонських відкладів також присутні гіпсоносні товщі, які є промисловими родовищами — Журавненське, Писківське, Щирецьке, Колоколинське, Підмихайлівецьке, Хотимирське, Троянське, Вовчинецьке, Межигірське тощо. Загальна потужність хемогенних і карбонатних відкладів коливається у межах  $20-40$  м [91, 94, 99].

**Мамалигівська еталонна ділянка.** Родовище знаходиться  $500$  м північніше околиці с. Мамалига Новоселицького району Чернівецької області. Приурочене до правобережного схилу р. Прут, є продовженням відомого в Республіці Молдова родовища гіпсу Кривське, що знаходиться  $6$  км східніше. Корисною копалиною є гіпси тираського горизонту баденського віку неогену (міоцен). Межа ділянки на півночі проходить вздовж шосейної дороги (нижня частина схилу) та обмежується селами Подвірне, Крива, Сталінешти. Розташоване на сьомій надзавалній терасі р. Прут (сульський вік), яка тягнеться смугою  $1.5-2$  км заширшки з заходу на схід від ручая Дрепкауци і має рівну поверхню з невеликим ухилом до р. Прут. Відносна висота тераси  $35-45$  м, цоколю  $20$  м, поверхня тераси зрізана ерозією, складена вапняково-піщаними відкладами, схили підвищень розчленовані ерозійними формами, в деяких місцях на поверхню виходять гіпси (рис. 3.62–3.63). На даній ділянці розвинуті зсувні, карстові процеси, карстові вирви та западини [100].

Мамалигівське родовище розробляється з 1911 року, але розвідувальні роботи почалися лише з 1956 року. В результаті ГРР була виявлена закарстованість пластів гіпсу в середньому на  $26\%$ . Корисний поклад не витриманий за потужністю, середня —  $8.5$  м, мак-





Рис. 3.59. Артемівське родовище гіпсу. Фрагмент синтезованого знімку Landsat-7, канали 5, 3, 1

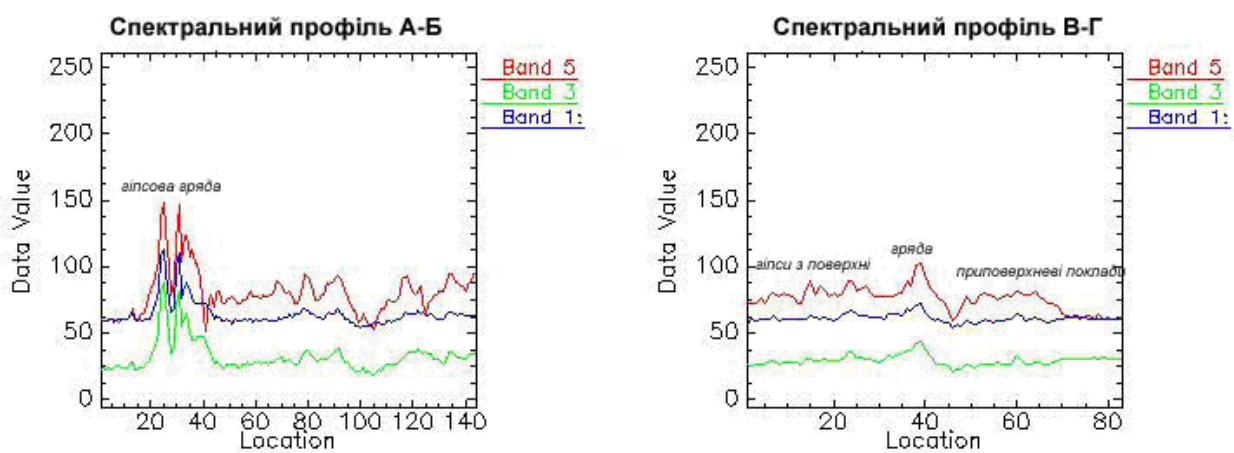


Рис. 3.60. Спектральні профілі побудовані за КЗ Landsat-7 (канали 5, 3, 1) через Артемівське родовище



Рис. 3.61. Відкритий видобуток гіпсу в Припрутті (Мамалигівський кар'єр)



**Рис. 3.62.** Розміщення кар'єрів з видобутку гіпсу на Правобережжі р. Прут

симальна — 11,6 м, з нахилом пласта 2–3° на південний захід [100].

Кар'єр знаходиться у 2 км на північний-схід від залізничної станції та заводу. В розкривних породах потужністю до 12 м присутні алювіальний галечник, пісок та лесовидний суглинок з викопними ґрунтами плейстоценового віку. Кар'єрні води відкачуються насосом. Рослинність в природних умовах — бук, граб, рідше дуб, але переважають розорані поля з сільгоспкультурами.

На дистанційних матеріалах (Landsat-7) простежуються відкриті ділянки з малопотужним ґрунтовим покривом, де просвічуються корінні породи переважно-карбонатно-сульфатного складу і корінні гіпсовміщуючі породи в схилах ерозійних форм. Нажаль, проведена класифікація знімку не дала очікуваних результатів завдяки великій строкатості польових посівів та контрастності долинного комплексу. Хоча за непрямыми ознаками (освітлення, просадки) виходи гіпсоносної товщі можна оконтурити в результаті інтерактивного дешифрування КЗ та за аналізом спектральних кривих, що фіксуються на профілях, що перетинають родовище (рис. 3.64, 3.65).

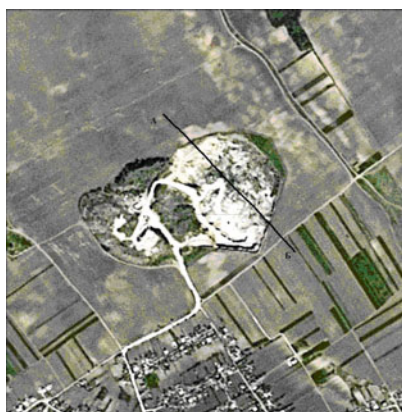
**Придністров'я.** Гіпси і ангідрити Придністров'я



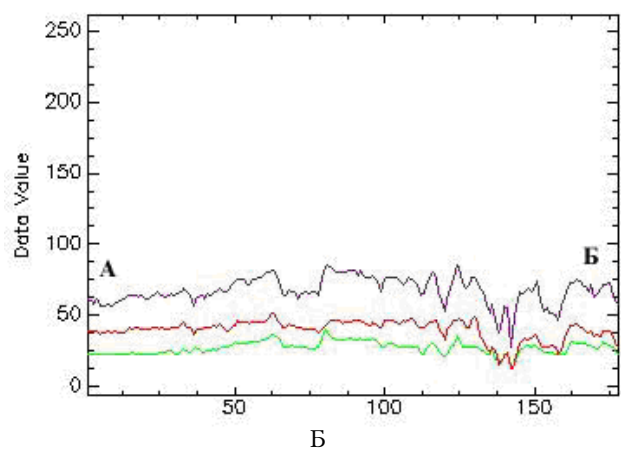
**Рис. 3.63.** КЗ Landsat-7 (композит каналів 5, 3, 1), кар'єри висвітлюються червоним кольором (5 канал) за рахунок їх обводненості

пов'язані з гіпсоангідритовим горизонтом міоцену (верхній тортон) і поширені суцільною смугою вздовж зовнішньої зони Передкарпатського прогину й південно-західного краю Волино-Подільської плити. Це одна із самих значних гіпсоносних формацій на території СНД. Гіпсоносна смуга тут тільки на території України простягається у північно-західному напрямку на відстань 330 км; ширина виходів гіпсу від 1,5 до 40 км. Товща гіпсів являє собою єдиний стратиграфічний горизонт і лише інколи в ній зустрічаються лінзи загіпсованих глин і тонкі прошарки вапняків. Гіпси відрізняються чистотою і доброю витриманістю складу. Видобуток гіпсового каменю відбувається відкритим способом. Сумарна потужність гіпсів у товщі Придністров'я до 45 м, у районі Щирця — 50 м. Гіпси у значній мірі закарстовані, величина змінюється від 9 до 28%. Спостерігається як глибинний так і поверхневий карст. В південно-західному напрямку гіпси опускаються під верхньотортонські породи і переходять в соленосу формацію Передкарпаття.

Карстові системи в гіпсоангідритах забезпечують водообмін між горизонтами міоценового водоносного комплексу, визначаючи його структуру. Тому



А



Б

**Рис. 3.64.** Спектральні профілі побудовані за знімками КА Landsat-7 через Мамалігівське родовище. А — знімок Landsat-7 (композит каналів 5, 3, 1) Б — спектральний профіль



на Тернопільщині в товщі гіпсу тираської свити розташовані найбільші і найкрасивіші печери світу (Оптимістична, Кришталева, Атлантида, Озерна, Млинки, Вертеба, Ювілейна тощо) [95].

Розташування гіпсових покладів в Придністров'ї знаходиться в певній залежності від тектонічних структур. Основна маса гіпсових покладів тяжіють до схилів антикліналей або понижень між ними (рис. 3.65).

Найбільші гіпсові родовища Придністров'я знаходяться між Серетом і Збручем у Заліщицькому і Борщівському районах (Скала, Шишківцецьке, Мель-

нице-Подільське, Заліське, Новосілко-Кудринцецьке, Пилипченське, Сапогівське, Сков'ятинське, Більче-Золотецьке, Королівське, Михайлівське, Панівцецьке, Завалівське, Кудринцецьке, Стрільковецьке) [98]. Глибина залягання покладу на більшості родовищ від 0 до 15 м, потужність продуктивної товщі сягає 20 м. Таким чином, родовища гіпсу доступні для розробки відкритим способом, що визначає перевагу сировинної бази Придністров'я у порівнянні з Донбасом, де видобуток гіпсового каменю здійснюється здебільшого підземним способом (рис. 3.66).

Для досліджень цього району вибрані еталонні

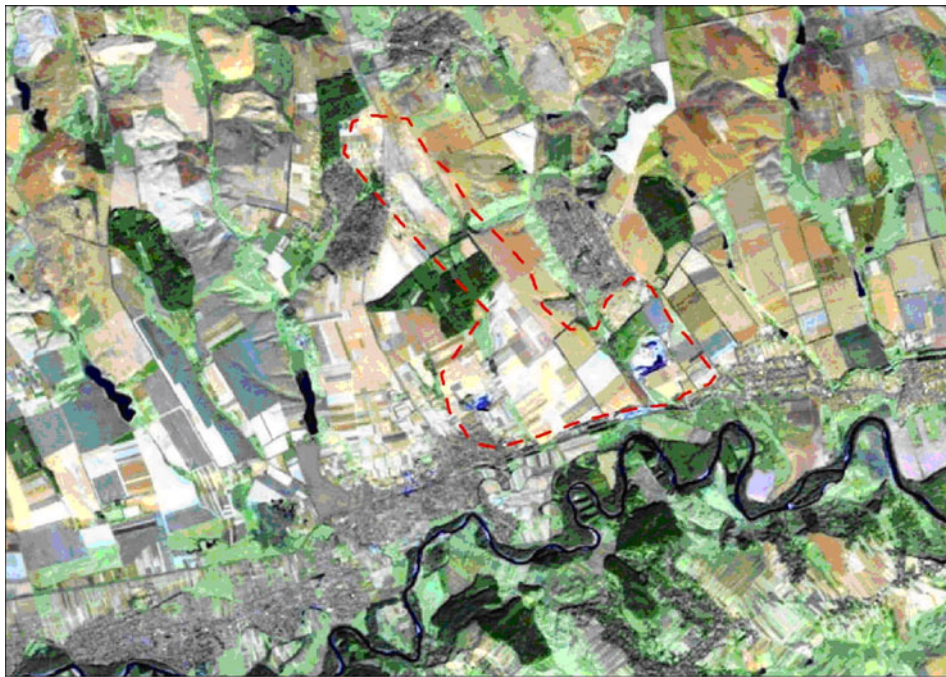


Рис. 3.65. Контур гіпсоносності, що виділений на Прут-Дністровському межиріччі за знімками Landsat



А



Б

Рис. 3.66. Прояви гіпсових покладів в межах Придністров'я А — корінні виходи гіпсу в схилах яружно-річкової мережі; Б — вигляд місць видобутку гіпсоносних порід на космічному знімку

ділянки Нирківська в Заліщицькому районі та Придністровська (Пилипчансько-Сков'ятинсько-Сапогівська) в Борщівському районі Тернопільської області. Проведений аналіз літературної, фондової геологічної, дистанційної інформації. Проаналізована серія космічних знімків Landsat, розломно-блокова структура та цифрова модель місцевості для цих еталонів.

**Придністровська еталонна ділянка.** Тектонічні рухи, що тривали після відступу сарматського моря знайшли відображення в диференціації сучасного рельєфу, а подальша денудація, суфозія та ерозія сприяли формуванню річкових долин та карстових порожнин, воронок та печер. Вода, наявна в гіпсових товщах, циркулювала по тріщинах, розчиняла і виносила гіпс. Внаслідок цього утворились підземні порожнини у вигляді каналів, галерей, гrotів тощо. Характер тріщин визначив напрямки цих коридорів. Згодом, коли річки все глибше вривались у Подільське плато, рівень ґрунтових вод значно знизився і печери поступово вивільнилися від води [92].

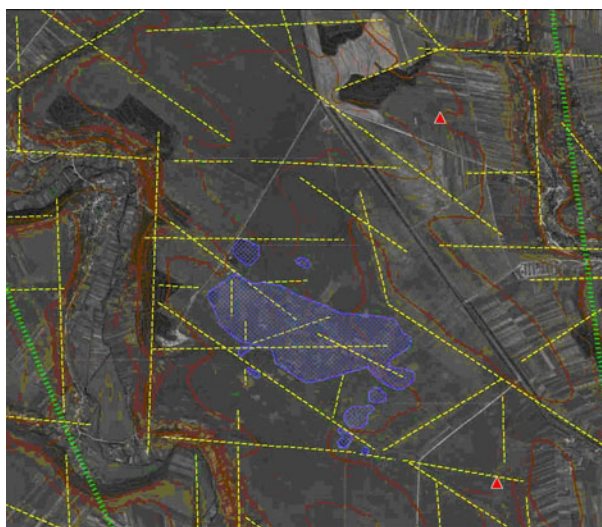
Отже гіпсові товщі цього району сильно ускладнені печерами і порожнинами, закарстованість на деяких ділянках сягає 30%. Загальна потужність розкритих порід від 0.4 до 10.5 метрів. Оскільки гіпсова товща вразлива до карстоутворення то у рельєфі денної поверхні значна кількість карстових воронок, дуже добре простежується на КЗ високої роздільної здатності (Quick Bird), особливо весняного часу зйомки. На багатозональних знімках середнього просторового розрізнення (серія Landsat) карстові мікропониження виражаються зміною спектральної яскравості в бік збільшення спектрального віддзеркалення на ділянках близького залягання гіпсового покладу до поверхні та суттєвим зменшенням спектральної яскравості в місцях концентрації суфозійних і карстових утворень на ро-

зущільнених ділянках з вищим карстоутворенням. Перша ознака характерна для субмеридіональних схилених поверхонь на лівобережжі долин річок Нічлава та Царичанка, де гіпси виходять на поверхню. А друга — поширюється на відносно невисоких плоских вододілах і часто характеризується безстічними западинами (рис. 3.67).

Можливість поєднання геофізичних даних (гравітаційні поля), локальних лінементів і розломів, що дешифруються за багатоспектральними космічними знімками, аналіз рельєфу за ЦМР (побудована за даними SRTM) дозволяє виділяти прогнозні зони підвищеної тріщинуватості та безстічні карстові поверхні для вибору найбільш перспективних монолітних ділянок для закладання промислових майданчиків з видобутку гіпсового каміння. Приклад подібного комплексування даних у вигляді схеми розломно-блокової будови Придністровської ділянки демонструється на рис. 3.68.

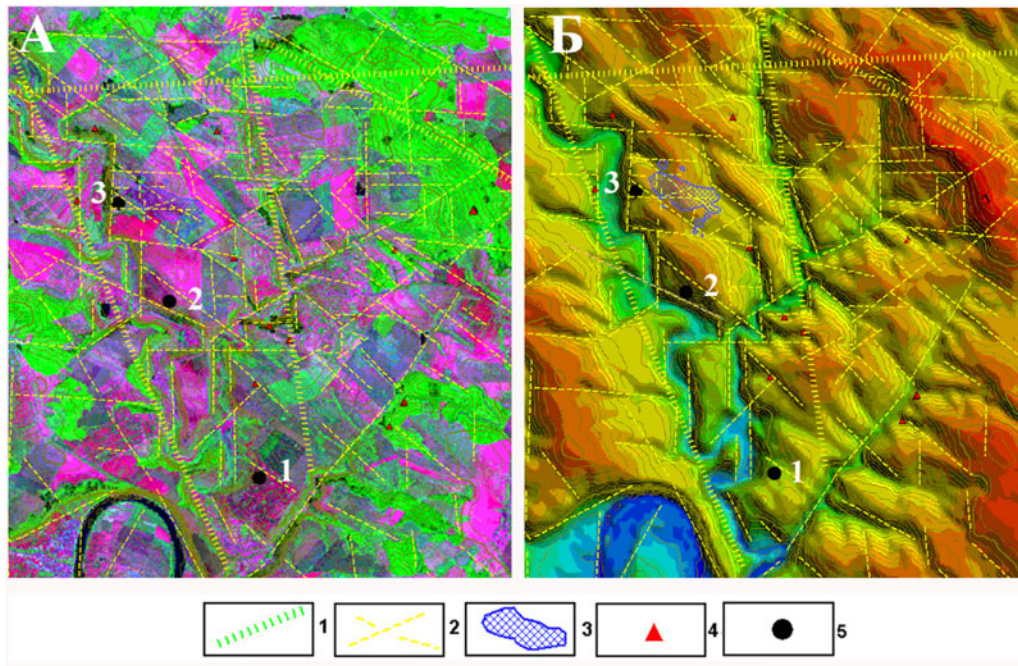
За ґрунтовими індексами обрахованими на космічних знімках середнього і низького просторового розрізнення виконаних у ранньовесняний і пізньосінній періоди року можна визначити наскільки освітлені приповерхневі відклади, а особливо ґрунти, що безпосередньо залежать від ґрунтоутворюючої породи. Найкраще це можна зробити за доступними БКЗ типу Landsat, або навіть Modis, використовуючи вузькі діапазони спектру, а особливо голубий і зелений діапазони.

Для аналізу більш контрастних поверхонь можна використати опрацювання багатозональних зображень за допомогою Tasseled Cap, використовуючи програму ERDAS або ENVI. Перетворення Tasseled Cap це окремий випадок аналізу головних компонент, який перетворює дане зображення в нову систему координат з новим набором ортогональних осей. Головна вісь — яскравість, вираховується статистично як зважена сума віддзеркалення всіх спек-



**Рис. 3.67.** Унаслідкування напрямку поверхневих понижень та западин напрямку розломно-тріщинних зон на Придністровській ділянці





**Рис. 3.68.** Схема розломно-блокової будови лівобережжя р. Нічлава Придністровської ділянки.

А — Кольоровий композит з знімків Landsat ETM+; Б — Цифрова модель рельєфу, побудована за даними SRTM. Гіпсоносні ділянки: Пилипче (1), Худієвське (2), Сков'ятин (3).

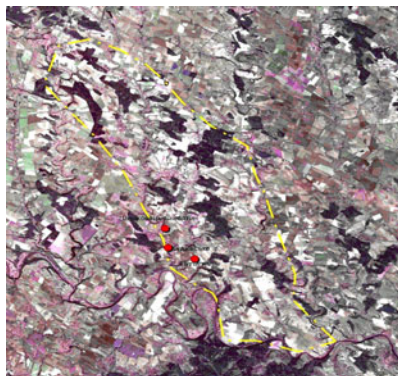
1 — регіональні зони лінементів виражені у гравітаційному полі, 2 — локальні лінементи, прогнольні зони підвищеної тріщинуватості. 3 — карстові безстічні котловини. 4 — печери. 5 — родовища гіпсу, що розробляються

тральних каналів і описує найбільші розбіжності і різноманітність на зображенні. Яскравість пов'язана з відкритими і частково закритими ґрунтами, природними, штучними об'єктами, а в нашому випадку з близьким заляганням покладів гіпсоангідритів та малими потужностями ґрунтового покриття та розрідженою рослинністю.

Припідняті блоки характеризуються близьким до поверхні заляганням гіпсоносних верств. Ці ділянки з одного боку пронизані мережею карстових порожнин, а з поверхні гіпсовий масив все більше розробляється відкритим кар'єрним способом. На цих землях фірма КНАУФ, заснувавши ПП «Ска-

ла» активно розробляє родовище гіпсів поблизу сіл Шишківці та Сков'ятин у долині Нічлави. [101] Для промислової розробки, очевидно підходять більш монолітні великі блоки з витриманими верстами покладу (рис. 3.69 А). До таких належить Пилипчанське родовище, яке в останні роки розробляється для КНАУФ та цементної промисловості. Хоча, розробка надр є одним з традиційних і важливих напрямів економічного розвитку регіону в результаті розробки виникло ряд екологічних проблем, тому що родовище знаходиться близько біля населеного пункту (рис. 3.69 Б).

**Нирківська еталонна ділянка.** Нирківське ро-



А



Б

**Рис. 3.69.** Придністровська ділянка. А — межі приповерхневого залягання гіпсоносних відкладів на Придністровській ділянці (родовища Шишковецьке, Худієвське, Пилипчанське) виділені за знімками Landsat. Б — Пилипчанський кар'єр, розробка якого в останні роки впливає на екостан довкілля (знімок 2014 р.)

довище — це частина Придністровської полоси покладів гіпсу. Знаходиться в Заліщицькому районі Тернопільської області, в 4,5 км на південний схід від с. Нирково, на крутому лівому схилі балки Поросячка, притоку р. Джурин. З заходу обмежена крутими схилами балки з виходами на поверхню гіпсів та вапняків. Загальна потужність гіпсової товщі на родовищі коливається від 6,7 до 19 метрів. Присутні гіпси двох літологічних різновидів — крупнокристалічний і прихованокристалічний. Відносяться до тираської світи міоцену. Перекриваються верхне тортонськими глинами або четвертинними суглинками, іноді малопотужним ґрунтово-рослинним покривом. У верхній частині прошарок гіпсового вапняку, потужністю до 1,5 м, загальна потужність розкровних порід від 0,4 до 10,5 метрів. Гіпсова товща вразлива до карстоутворення. Тому в рельєфі денної поверхні значна кількість карстових ворон, яка дуже добре простежується на КЗ високої роздільної здатності або аерофотознімках, особливо весняного часу зйомки. При бурінні в південній частині ділянки виявлені карстові порожнини. Ступінь закарстованості ділянки сягає 25% [102].

Тираська світа міоцену має суцільне розповсюдження і розчленована долинами рік, балок, ярів. Гіпсова товща залягає плащеподібно вище базису ерозії. Спостерігається падіння порід на південний захід. Виходи гіпсів на поверхню зустрічаються переважно в лівих крутих схилах долин. Переважають ґрунти середньої потужності і наявність покладу проявляється з поверхні лише на сильно денудованих поверхнях вододілів та в схилах ярів. Розширення меж даної ділянки можливе в північному і східному напрямку. Нажаль, на Нирківській ділянці ми не спостерігаємо оптичної аномалії із збільшенням яскравості, тому що ґрунти потужні і глибина покладу до 10 м, а виходи гіпсоносних порід спостерігається лише у борту долини (рис. 3.70). Наявність

гіпсових порід підтверджується розповсюдженням довкола значних просядок, понижень, мікрозападин.

Сучасний стан довкілля Придністров'я змушує звернути увагу на необхідність як найприскіпливішої оцінки ступеня відповідності закладання промислових майданчиків з видобутку гіпсів вимогам чинного природоохоронного законодавства. Адже відомо, що на гірському масиві, що впродовж кількох років зазнає дії вибухових робіт можлива активізація карстових та зсувних процесів, можуть відбутися зміни у стані ґрунтових і підземних вод, підсилюється ерозія та зсуви та можлива руйнація будівель і доріг, по яких великовантажним транспортом вивозиться гіпсова порода. Крім екологічної експертизи необхідний постійний контроль екологічних інспекцій та громадськості, що мешкає поряд.

**Солянокупольний галогіпсогенез.** Гіпсові поклади зустрічаються також у кепроках соляних штоків. Район Закарпаття у східній частині, в Верхнетисенській та Солотвинській западині вміщує гіпсоносні поклади в ряду соляних куполів. У деяких структурах спостерігається виходи галогенних порід на поверхню у вигляді жовн, гнізд і окремих пластів.

У Дніпровсько-Донецькій западині на доступних глибинах гіпси спостерігаються у кепроках соляних куполів. Ці поклади утворюються в результаті вилуговування кам'яної солі девонського віку (прояви гіпсу на Роменському, Висачківському соляних штоках), але вони малопотужні і поклади є позабалансові.

**Роменська еталонна ділянка.** Знаходиться на північному схилі Роменського соляного штоку ((діапіра) на г. Золотуха, Висота поверхні над рівнем моря від 132 до 172 м. На північному схилі гори в 10 м від підніжжя у 60 роки минулого сторіччя зна-



А



Б

**Рис. 3.70.** Нирківське родовище на космічному знімку: А — прогнозований за знімком контур Нирківського родовища гіпсів; Б — прояви мікропонижень і западин в межах Нирківської ділянки



ходився кар'єр по видобутку гіпсу. Висота стінки кар'єру 26 м, довжина 189 м. На сучасних КЗ він вже слабо простежується. Гіпс залягає у вигляді окремих лінз без різких контактів з вміщуючими породами. В центральній частині склепіння за геологічними даними залягає девонська сіль, а на крилах — брекчія у вигляді гіпсоносних порід кепроку штока. Склепіння штоку також частково перекрито кепроком потужністю до 33 м, а вище залягають четвертинні відклади у вигляді загіпсованих глин та суглинків плейстоцену. Соляний діапір у вигляді брахіантикліналі витягнутий у північно-західному напрямку, ядро структури — потужний соляний шток грибоподібної форми з карнизом потужністю до 200–300 м [103]. Північне крило вважається пологим, а південне крутим, з майже вертикальним заляганням пластів відкладів мезокайнозою. Внаслідок розмиву кепрока утворилась брекчія з уламків порід а під девонськими мергелястими глинами залягає товща гіпсоносних порід, які використовувались для місцевого будівельного виробництва. На космічних знімках середнього розрізнення шток добре дешифрується як за прямими (деформація рельєфу), так і за непрямыми ознаками: зміщення долини р. Сули і Ромен на захід від структури та аномалія по вздовжнього профілю цих річок; дугоподібне оконтурення штоку ерозійно-балковою мережею; утворення суфозійних форм — мікрозападин, просідання поверхні над склепінням структури (рис. 3.71).

### Висновки

- Основні типи родовищ гіпсу і ангідриту мають осадове походження, вони формуються серед галогенних відкладів солеродних басейнів на початкових стадіях галогенезу.
- Найбільшими районами розповсюдження гіпсів на Україні є північно-західна частина Донецької складчастої споруди та смуга вздовж зовнішньої зони Передкарпатського прогину й південно-західного краю Волино-Подільської плити в При-

дністров'ї та Передкарпатті. Також гіпсові поклади зустрічаються у кепроках соляних штоків, але вони незначні і майже не використовуються.

- Досліджувались зовнішні та приховані чинники, які мають вплив на формування корисного сигналу прояву гіпсоангидритів на космічному зображенні. Якщо гіпсоангидрити знаходяться в приповерхневих товщах і плащеподібно перекривають більш глибинні горизонти, то в місцях тріщинуватості і мікротріщинуватості розвиваються суфозійні і карстові процеси, що проявляються в фізіономічних ознаках денної поверхні у вигляді воронок, проваль, мікропонижень, просідання. Тому ознаки прояву покладів гіпсоангидритів широко корелюються з місцями розповсюдження поверхневого карсту та мікрозападин.
- Також приповерхневі поклади гіпсів проявляються в зміні спектральних характеристик земної поверхні (на таких породах формуються кальцієво-сульфатовміщуючі ґрунти) і спостерігається певне освітлення тону ґрунтового покриву. В схилах долин та балок, на денудованих поверхнях спостерігаються безпосередні виходи гіпсоносних порід.
- Проведене нами лабораторне спектрометрування гіпсів різних родовищ показало незначні розбіжності за рахунок різних типів гіпсів, їх кольоровості, але всі вони характеризуються низькими значеннями спектрального відбиття від поверхні гіпсу, якщо вона має скляний блиск і прозорість. Зміни забарвлення та збільшення зернистості викликають значні коливання значень спектральних характеристик насамперед у тепловому діапазоні, тому що на блискучих білих поверхнях вони мінімальні. У видимому та ІЧ діапазонах до 950 нм спостерігається поступове наростання значень відбивної характеристики породи із збільшенням довжини хвилі.
- Були розглянуті особливості розповсюдження гіпсу в різних регіонах України та обґрунтовано



А



Б

**Рис. 3.71.** Роменьська еталонна ділянка. А — контур Роменьського соляного штоку виділений за космічним знімком; Б — формування мікрозападин та просідань поверхні на північному крилі Роменьського штоку

вибір еталонних ділянок для дистанційного їх аналізу.

- Визначені якісні причинно-наслідкові зв'язки між проявом покладів гіпсоангідриту та оптико-фізичними параметрами і характеристиками ґрунтово-рослинного покриву на прикладі Артемівської, Мамалигівської, Придністровської, Нирківської, Роменської еталонних ділянок.

Питання забезпечення будівельної галузі та взагалі народного господарства гіпсом та ангідритом для виробництва цементу, гіпсокартону, будівельних сумішей, медичного гіпсу та декоративного каменю є на-

гальними на даному етапі. А з наукової точки зору цікавим є виявлення ознак прояву родовищ цих порід за допомогою дистанційних методів. Застосування аерокосмічної інформації в комплексі з геологічними даними дають змогу оконтурити території неглибокого залягання гіпсу як за прямими (виходи порід на поверхню, спектральні ознаки) так і прихованими ознаками (індикаторами — карст, просадки, провалля, ландшафтна структура). Окрім виявлення і оконтурення родовищ гіпсів застосування дистанційних методів обов'язкове для проведення контролю за їх видобутком та екологічними наслідками їхньої експлуатації.

### Література до розділу 3

- Хаин В. Е. Глобальная тектоника: состояние и перспективы / В. Е. Хаин. — М.: Недра, 1981. — С. 20–28.
- Глобальные закономерности размещения крупных рудных месторождений / М. А. Фаворская [и др.]. — М.: Недра, 1974. — 193 с.
- Линейные и кольцевые структуры (по данным дешифрирования космических снимков) / В. Н. Брюханов [и др.] // Геотектоника. — 1982. — № 1. — С. 3–13.
- Космическая информация в геологии. Коллектив авторов. — М.: Наука, 1983. — 536 с.
- Применение космических снимков при региональном металлогеническом анализе складчатых областей / Н. Я. Яковлев, В. З. Сахатов, Н. В. Скублатова, К. А. Марков. — Л.: Недра, 1986. — 160 с.
- Металлогенические и тектоно-магматические исследования на основе материалов аэро-и космосъемок. Мин-во геологии СССР. Всесоюз. науч.-исслед. Ин-т космоаэрологич. методов ПГО "Аэрогеология". — Л.: Недра, 1988. — 212 с.
- Использование материалов аэро-и космических съемок при прогнозировании и поисках твердых полезных ископаемых. Мин-во геол. СССР. Произв. геол. объединение по регион. изуч. геол. строения территории страны "Аэрогеология" / Агентов В. Б. [и др.]. — М.: Недра, 1988. — 114 с.
- Докембрийские структуры по данным аэрокосмических и наземных геологических исследований / под ред. Н. П. Гречишниковой. — К.: Изд. ИГФМ АН УССР, 1983. — 64 с.
- Быстревская С. Основные структурные элементы докембрия и некоторые аспекты металлогении Среднего Приднепровья (по аэрокосмическим и геолого-геофизическим материалам) / С. Быстревская. — К.: Изд-во Наукова думка, 1988. — 52 с.
- Hobbs W. N. Lineaments of the Atlantic border region / W.N. Hobbs — Bull. Geol. Soc. Amer., 1904. — Vol.15. — P. 483–506.
- Hobbs W. H. Repeating patterns in the relief and in the structure of the land / W. N. Hobbs — Bull. Geol. Soc. Amer., 1911. — Vol.22, — P. 123–176.
- Sonder P. A. Die Lineamenttectonik und ihre Probleme / P. A. Sonder — Eclog. Geol. Helv., 1938. — Vol.31. — № 1. — P. 199–238.
- Шульц С. С. Тектоника плит, планетарная трещиноватость и линеаменты на космических снимках Земли / С. С. Шульц // Изв. вузов. — Сер. геол. и разведка. — 1974. — № 12. — С. 21–23.
- Чебаненко И. И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры / И. И. Чебаненко. — К.: Наук.думка, 1977. — 84 с.
- Кац Я. Г. Основы линеаментной тектоники / Я. Г. Кац, А. И. Полетаев, Э. Ф. Румянцева. — М.: Недра, 1986. — 140 с.
- Филиппович В. Е. Линеаментный анализ межгорных впадин с альпийской складчатостью (на примере Восточной Грузии). Прогноз нефтегазоносности и направлений геологоразведочных работ на основе геолого-геофизических методов / В. Е. Филиппович / Сб. научн.тр. — М.: ИГиРГИ, 1990. — С. 100–108.
- Филиппович В. Е. Результаты детальных аэрокосмогеологических исследований и перспективы их дальнейшего развития в Восточной Грузии. Аэрокосмогеологические исследования в комплексном решении нефтегеологических задач (опыт, эффективность, проблемы) / В. Е. Филиппович // Сб. научн. тр. — М., ИГиРГИ, 1992. — С.122–128.
- Перерва В. М. Геофлюидодинамические структуры литосферы и их изучение дистанционными методами / В. М. Перерва // Космічна наука і технологія. — 2002. — Т.8. — №2/3. — С. 174–180.
- Мирошниченко В. П. Планетарная трещиноватость осадочного чехла литосферы (по материалам аэрокосмических съемок) / В. П. Мирошниченко, Л. И. Березкина, Е. В. Леонтьева. — Л.: Недра, 1984. — 215 с.
- Організація та проведення геологозйомочних робіт і складання та підготовка до видання Геологічної карти України масштабу 1:50 000 (1:25 000). Інструкція. — Департамент геології та використання надр Міністерства екології та природних ресурсів України. — К., 2002. — 204 с.
- Спектральные методы дистанционного зондирования в геологии. Обзор. / Тронин А. А., Горный В. И., Крицук С. Г., Латыпов И. Ш. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. — Т. 8. — № 4. — С. 23–36.



22. Горный В. И. Обзор достижений последнего десятилетия в области применения спутниковых методов дистанционного зондирования при геологических и геофизических исследованиях / В. И. Горный, А. А. Тронин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. — Т. 9. — № 5. — С. 116–132.
23. Космическая геология. Пер. с англ; под ред. В. А. Кирюхина. — Л.: Недра, 1979. — 381 с.
24. Lithologic and mineral information extraction for gold exploration using ASTER data in the south Chocolate Mountains (California) / Zhang X. et al. — ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. — 2007. — Vol. 62. — P. 271–282.
25. Mineral Exploration and Alteration Zone Mapping Using Mixture Tuned Matched Filtering Approach on ASTER Data at the Central Part of Dehaj-Sarduiyeh Copper Belt, SE Iran / Zadeh M. H. et al. — Journal of selected topics in applied Earth Observations and Remote Sensing. — January 2014. — Vol.7. — №1. — P. 284–289.
26. Application of Remote Sensing and Spatial Data Integrations for Mapping Porphyry Copper Zones in Nuweiba Area, Egypt / S. M. Abuzied, S. K.Ibrahim, M. F. Kaiser, and. T. A. Seleem — International Journal of Signal Processing Systems. — April 2016. — Vol. 4. — № 2. — P. 102–106.
27. Методика інтерпретації багатоспектральних даних при пошуках кольорових металів / В. Є. Філіпович, А. Г. Мичак, О. І. Левчик, В. Л. Приходько // Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування; під ред. В. І. Лялька та М. О. Попова. — К.: Наук. думка, 2006. — С. 203–211.
28. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища / А. Г. Мичак, В. Є. Філіпович, В. Л. Приходько [та ін.]. — Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна геологічна служба. — К., 2010. — 246 с.
29. Филипович В. Е. Основы применения мультиспектральных космических данных в комплексе с поисковыми геохимическими исследованиями / В. Е. Филипович // Сб. тез. Международной научной конференции “Актуальные проблемы поисковой и экологической геохимии”, (Киев, 1–2 июля 2014 г.). — Ин-т геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко, Ин-т геологии и геохимии горючих ископаемых НАН Украины; “Тов-во поисковой и экологической геохимии”. — Киев: Інтерсервіс, 2014. — С.37–39.
30. Положення про стадії геологорозвідувальних робіт на тверді корисні копалини (124/4345), “Організація та проведення геологічного довивчення раніше закартованих площ масштабу 1:200 000, складання та підготовка до видання Державної геологічної карти України масштабу 1:200 000”: інструкція. — Геолком України. — К., 1999. — 295 с.,
31. Організація та проведення геологозйомочних робіт і складання та підготовка до видання Геологічної карти України масштабу 1:50 000 (1:25 000): інструкція. — Департамент геології та використання надр Міністерства екології та природних ресурсів України. — К., 2002. — 204 с.
32. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища: навч.-метод. посіб. / А. Г. Мичак, В. Є. Філіпович, В. Л. Приходько та ін. — Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна геологічна служба. — К., 2010. — 246 с.
33. Космическая информация в геологии; под ред. В. Г. Трифонова, В. И. Макарова, Ю. Т. Сафонова, П. В. Флоренского. — М.: Наука, 1983. — 536 с.
34. Звягельский А. А. Методическое руководство по использованию материалов аэрофотосъемки при геологическом картировании и поисках полезных ископаемых в масштабах 1:50 000–1:200 000 юго-запада СССР (Украина) / А. А. Звягельский — Отчет по работе отряда №4 КАТП 12 за 1964–65 гг. ГИГФУ „Геоинформ”. — К., 1966. Кн.1. — 263 с. ДНВП “Геоинформ України» рег. № 26115
35. Временные методические рекомендации по применению материалов космической съемки при геологическом изучении платформенной части УССР / Б. А. Николаенко, П. С. Веремеев, Л. К. Кубышкина, Н. В. Пазинич. — К., Мингео УССР, ЦТЭ, 1983. — 77 с.
36. Временные методические рекомендации по аэрокосмогеологическим исследованиям и использованию их результатов при нефтегазопроисковых работах / В. С. Готьян, М. И. Кострюков, В. П. Лаврусь [и др.]. — М., 1987. — 158 с.
37. Прохоров А. Н. Методика проведения комплексных геологосъемочных и поисковых работ в закрытых районах / А. Н. Прохоров. — Л.: Недра, 1971. — 136 с.
38. Перцов А. В. Методологические основы использования материалов дистанционного зондирования в геологии / А. В. Перцов // Отечественная геология. — М., 1999. — №6. — С. 3–9.
39. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Ю. Ф. Книжников. — М.: Издательский центр “Академия”, 2004. — 336 с.
40. Аэрокосмические методы геологических исследований; под ред. А. В. Перцова. — СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000. — 316 с.
41. Аэрокосмические и геолого-геофизические исследования закрытых платформенных территорий / Д. М. Трофимов, В. А. Богословский, Е. Б. Ильина и [др.]. — М.: Недра, 1986. — 238 с.
42. Временные методические рекомендации по применению материалов высотной и радиолокационной аэросъемки при геологическом картировании Украинского щита / Б. А. Николаенко, Ж. В. Марченко, В. М. Веселов, А. М. Ханисенко. — К., 1980. — 147 с.
43. Борисов О. М. Материалы к тектонической терминологии эндогенных кольцевых структур / О. М. Борисов, А. К. Глух // Принципы тектонического (структурно-формационного) районирования Средней Азии. Тр. САИГТИМСа. — Ташкент, 1978. — Вып.28. — С. 32–39.
44. Шаталов М. М. Пержанське берилієве родовище — Український ексклюзив світового масштабу /

- М. М. Шаталов // Вісн. НАН України. — 2015. — № 12. — С.65–72.
45. Геолого-економічна оцінка Пержанського рудного поля / Висоцький Б. Л., Попов Р. Л. [та ін.]. — Звіт Житомирської ГЕ ПДРГП “Північгеологія” за 1997–2002 рр. (Житомирська ГЕ, ПДРГП “Північгеологія”), 2002. — 226 с. ДНВП «Геоінформ України» рег. № 58752.
  46. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых; под ред. акад. НАН Украины В. И. Лялько и докт. техн. наук М. А. Попова. — Киев: Карбон-Лтд, 2012. — 436 с.
  47. Prost G. L. Remote sensing for geoscientists: Image analysis and integration / G. L. Prost. — Boca Raton: CRC, 2014. — 674 p.
  48. Петровский А. П. Информационное обеспечение и модельные представления интегральной интерпретации геолого-геофизических данных при изучении нефтегазоносных структур / А. П. Петровский // Геофиз. журн. — 2004. — Т. 26. — № 3. — С. 77–86.
  49. Азімов О. Т. Аналітичний огляд аерокосмічних методів вивчення геологічних структур і процесів. Ст. 2. Теоретичні основи виявлення особливостей будови земної кори за матеріалами дистанційних зйомок / О. Т. Азімов // 36. наук. пр. УкрДГРІ. — К., 2007. — № 2. — С. 250–260.
  50. Станкевич С. А. Методика інтеграції дистанційних та геолого-геофізичних даних при пошуку нафти та газу / С. А. Станкевич, О. В. Титаренко // Учен. зап. Тавр. нац. ун-та ім. В. И. Вернадского. Серия: География. — 2009. — Т. 22 (61). — № 1. — С. 105–113.
  51. Щавелев Л. В. Способы аналитической обработки данных для поддержки принятия решений / Л. В. Щавелев // СУБД. — 1998. — № 4–5. — С. 25–34.
  52. Андриенко А. Я. Прогнозирование состояния динамических систем на основе анализа их спектральных характеристик / А. Я. Андриенко, Е. И. Тропова // Управление большими системами. — М.: ИПУ РАН. — 2011. — Вып. 32. — С. 31–39.
  53. Системний підхід до оцінки нафтогазоперспективності територій для подальшої геофізичної розвідки / О. М. Боднар, З. В. Козлов, В. Г. Якимчук, О. Д. Федоровський // Доп. НАН України. — 2006. — № 8. — С. 127–132.
  54. Hybrid model for data fusion in remote sensing research of the Earth / S. A. Stankevich, A. A. Kozlova, A. V. Vasko, M. I. Gerda // Abstr. 11th Ukrainian Conf. on Space Research (Yevpatoria, Crimea, Ukraine, August 29–September 2, 2011). — Kyiv: Space Research Institute, 2011. — P. 74.
  55. Інтегрування даних дистанційного зондування Землі і геолого-геофізичних досліджень для пошуків поліметалевих руд: (Тези XV Міжнар. конф. “Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти”, 10–13 трав. 2016 р., м. Київ) [Електронний ресурс] / А. Я. Буніна, О. Т. Азімов, С. А. Станкевич [та ін.] — К.: Всеукр. асоц. Геоінформатики — 2016. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): кольор.; 12 см. — Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM; Windows 98/2000/NT/XP. — AutoPlay\Docs\9509.pdf.
  56. Integration between the remote sensing of the Earth data and geological–geophysical studies for polymetallic ore prospecting [Електронний ресурс] / A. Bunina, O. Azimov, S. Stankevich et al. // Archives / EAGE. — Режим доступу: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=84557>. — Назва з екрану.
  57. Можливості інтегральної обробки дистанційних і геолого-геофізичних даних для прогнозування родовищ поліметалевих руд на Українському щиті / О. Т. Азімов, С. А. Станкевич, А. Я. Буніна, В. С. Чепурний // Матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. “Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях”, (Київ, Пуща-Водиця, 3–6 жовтня 2016 р.). — К.: ТОВ Вид-во “Юстон”, 2016. — С. 54–56.
  58. Буніна А. Я. Інтегральна обробка дистанційних і геолого-геофізичних даних як інструмент підвищення геологорозвідувальних робіт на поліметалеві руди / А. Я. Буніна, С. А. Станкевич, О. Т. Азімов // Сучасні напрями геологічних досліджень в Україні: 36. матеріалів молодіжної наук. Конф. (Київ 25–26 листопада 2015 р.). — К.: ІГН НАН України, 2015. — С. 13–14.
  59. Інтегрування даних дистанційного зондування Землі і геолого-геофізичних досліджень для пошуків поліметалевих руд / А. Я. Буніна, О. Т. Азімов, С. А. Станкевич та [ін.] // Тези XV Міжнародної конференції “Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти”, 10–13 травня 2016 р., м. Київ [Електронний ресурс]. — К.: Всеукр. асоц. геоінформатики, 2016. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): кольор.; 12 см. — Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM; Windows 98/2000/NT/XP. — AutoPlay\Docs\9509.pdf.
  60. Integration between the remote sensing of the Earth data and geological–geophysical studies for polymetallic ore prospecting [Електронний ресурс] / A. Bunina, O. Azimov, S. Stankevich et al. // Archives / EAGE. — Режим доступу: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=84557>. — Назва з екрану.
  61. Можливості інтегральної обробки дистанційних і геолого-геофізичних даних для прогнозування родовищ поліметалевих руд на Українському щиті / О. Т. Азімов [та ін.] // Матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. “Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях” (Київ, Пуща-Водиця, 03-06 жовт. 2016 р.). — К.: ТОВ “Вид-во “Юстон”, 2016. — С. 54–56.
  62. Ярошук М. А. Ураноносность Приазовского блока и Южно-Донбасской приразломной впадины / М. А. Ярошук, В. Д. Мякшило, А. В. Вайло // 36. наук. пр. ІГНС НАН та МНС України. — К., 2010. — Вип. 18. — С. 50–56.
  63. Проект на проведення робіт по темі: Оцінка можливості виявлення гідротермальних жильно-штокеркових уранових родовищ у Південно-Донбаській прирозломній вулкано-тектонічній западині на основі складання прогнозної карти масштабу 1:50 000 на



- площу 1200 кв. км (шифр об'єкту 54 (ЦМ, ЦЛ)-57) / В. Д. Мякшило, В. С. Чепурний, В. А. Анісімов [та ін.]. // КП "Кіровогеологія". — № ДР РГВН У-07-181/1. — Київ, 2007. — 264 с.
64. Ore genesis of the Weibao lead–zinc district, Eastern Kunlun Orogen, China: constraints from ore geology, fluid inclusion and isotope geochemistry / J. Fang, H. Chen, L. Zhang et al. — *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.)*. — 2015. — Vol. 104. — № 5. — P. 1209–1233 (in English).
65. Оцінка можливості виявлення уранових родовищ у Південно-Донбаській прирозломній вулканотектонічній западині на основі складання прогнозної карти масштабу 1:50 000 (геологічне завдання 54 (ЦМ, ЦЛ)-57): Звіт / [відп. виконавець Мякшило В. Д.]. — КП "Кіровогеологія". — Київ, 2009.
66. Калашник А. А. Геолого-структурные особенности проявления эндогенного уранового оруденения в Западном Приазовье и Орехово-Павлоградской минералогической зоне Украинского щита. Ст. 1. Геолого-структурная связь урановорудных объектов с разломными структурами, массивами щелочных пород и карбонатитов в районе исследований / А. А. Калашник // *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*. — К., 2011. — № 2. — С. 56–72.
67. Звіт Мінеральні ресурси України за 2012 рік. Щорічник. — Київ: Геоінформ. № 63470. 2013, 263 с.
68. Левченко Н. Н. Поисковые и поисково-оценочные работы на бурые угли в Ватутинском и Александрийском геолого-промышленных районах Днепробассы. 1987 — 1990 гг. Кировоградская, Черкасская и Винницкая области УССР / Н. Н. Левченко, А. А. Левандаская, Е. Д. Цюра. — Киев, 1990, кн. I текст - 351 с., кн. III граф. пр. — 16 листов.
69. Днепровский буроугольный бассейн / А. Я. Радзивилл, С. А. Гуридов, М. А. Самарин [и др.]. — К.: Наукова думка, 1987. — 328 с.
70. Оксенчук Р. М. Анализ перспектив угленосности Александрийского буроугольного района / Р. М. Оксенчук // Звіт Геоінформ № 54692, кн. 1. — К., 1993. — С. 181.
71. Отчет о поисках новых перспективных участков развития бурых углей вблизи действующих предприятий Ватутинского буроугольного комплекса за 1978–1980 гг. Кировоградская и Черкасская обл. УССР / Рук. В. Г. Кармазенко. — Черкаassy, 1980. — кн. I текст. — 153 с., кн. II граф. пр. — 21 лист.
72. Скоробогач В. И. Отчет по детальным поискам и поисково-оценочным работам на бурые угли на территориях тяготеющим к разрабатываемым месторождениям Днепробассы 1983–1986 гг. Черкасская и Кировоградская обл. УССР / В. И. Скоробогач, В. Н. Музыка, М. М. Шейко. — Киев, 1986. — кн. I текст — 254 с., кн. II граф. пр. — 30 листов.
73. Марченко П. Ф. Поисковые и поисково-оценочные работы на бурые угли в центральной части Днепробассы в 1987–1992 гг. Кировоградская и Черкасская области / П. Ф. Марченко, В. А. Василенко, В. В. Островский. — Киев, 1992. — кн. I текст — 169 с., кн. III граф. пр. — 23 листа.
74. Гуридов С. А. Условия формирования угленосных отложений палеогена Украинского щита: автореф. дис. канд. геол.-мин. наук / С. А. Гуридов. — К., 1987. — 21 с.
75. Вергельська Н. В. Палеогеографічні умови бучацького часу торфонакопичення Дніпровського буровугільного басейну / Н. В. Вергельська // *Тектоніка і стратиграфія*. — К., 2005. — С. 100–102.
76. Нагірний В. М. Палеогеографічні умови утворення кайнозойських буровугільних покладів України / В. М. Нагірний. — К.: Наук. думка, 1977. — 108 с.
77. Отчет о поисках бурых углей в районе Коростышевского месторождения и предварительная разведка Андрушевского месторождения. — К., 1972 — 106 с.
78. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых. Научное издание; под ред. акад. НАН Украины В. И. Лялько и докт.тех.наук. М. А. Попова. — К.: Карбон-Лтд, 2012. — С. 330–350.
79. 40 лет развития дистанционного зондирования природных ресурсов Беларуси [Электронный ресурс] / И. А. Тяшкевич. — Режим доступа: <http://www.kosmoaerogeology.by/2009-12-12-01-36-16/content/>
80. Губин В. Н. Космическая геология Беларуси / В. Н. Губин, А. А. Ковалев. — Минск: Лазурак, 2008. — 120 с.
81. Лебідь М. І. Палеогеографічні аспекти прогнозу розсіпів бурштину (на основі бітумно-буровугільної гіпотези) / М. І. Лебідь, В. М. Мацуй // *Український Бурштин: матеріали 1-ої Міжнародн. наук.-практичн. конференції*, (Київ, 17–21 жовтня 2007 р.). — К., 2008. — С. 38–48.
82. Лебедь Н. И. К проблеме формирования продуктивных горизонтов янтаря-сукцинита / Н. И. Лебедь, В. М. Мацуй // *Геол. журн.* — К., 2009. — № 2. — С. 64–67.
83. Мацуй В. М. Наземно-болотный этап фоссилизации растительных смол. "Від смоли хвойних до бурштину. Ідентифікація викопних смол" / В. М. Мацуй // *Збірник матеріалів наукового семінару*, (Київ, 17 травня 2012). — Національний науково-природничий музей НАН України. — К., 2012. — С. 41–50.
84. Мацуй В. М. Особенности формирования и прогноза россыпей янтаря. Актуальные проблемы современной геологии, геохимии и географии / В. М. Мацуй, В. Ю. Ефименко // *Сборник материалов международной научно-практической конференции*, (Брест, 28–30 сентября 2011). — БрГУ имени А. С. Пушкина, 2011. — С. 143–146.
85. Государственный комитет Украины по геологии и использованию недр. ГПП «Геоінформ». / Л. В. Бочай, В. Е. Покидько, Е. А. Кулиш, В. А. Колосовская. — Карта редкоземельного оруденения Украинского щита, масштаб 1:1 500 000. — Киев, 1999. Объяснительная записка 98 стр., карта — 1, схема — 1, условные обозначения — 1.
86. Державна Геологічна служба України. Комплект карт геологія і корисні копалини України. Геологічна карта України. Масштаб 1:100 000; під ред. Д. С. Гурського / Г. І. Педанюк, В. А. Колосовська, Л. О. Демехін, В. А. Со-

- ловицький, Д. А. Сидорова. Редактор карти В. Я. Великанов. — Київ, 2007.
87. Державна Геологічна служба України. Комплект карт геологія і корисні копалини України; під ред. Д. С. Гурського. Металогенічна карта України. Масштаб 1:1 000 000 / В. А. Колосовська, В. Я. Великанов, А. С. Войновський, А. П. Волик, Л. О. Демехін. Редактор карти Д. С. Гурський. — Київ, 2007.
88. Державна Геологічна служба України. Комплект карт геологія і корисні копалини України; під ред. Д. С. Гурського. Тектонічна карта України. Масштаб 1:1 000 000 / С. С. Круглов, Ю. О. Арсірій, О. Б. Бобров, Ю. М. Веклич, В. Я. Великанов [та ін.]. — Київ, 2007.
89. Отчет о поисках бурых углей в районе Коростышевского месторождения и предварительной разведке Андрушевского месторождения проведенных в 1969–1972 годах. — К., 1972. — 106 с. Укгеолфонд № 33851.
90. Музыка В. И. Исследование природы и выяснение закономерности распространения рыхлых углей на действующих предприятиях Ватутинского шахтуправления / В. И. Музыка // Черкасы, — 1987.
91. Неметалічні корисні копалини / Д. С. Гурський, К. Ю. Єсипчук, В. І. Калінін, Є. О. Куліш; під ред. М. П. Щербака. — Київ-Львів. — Центр Європи, 2006. — Т 2. — 551 с.
92. Самоцветы и драгоценные камни Украины [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.webois.org.ua/jewellery/stones](http://www.webois.org.ua/jewellery/stones). — Назва з екрану.
93. Мінеральні ресурси України. Щорічник. — Звіт ДНВП “Геоінформ України”. — Київ, 2013. — кн.1. — 127 с.
94. Мінеральні ресурси України [Електронний ресурс] / Державне науково-виробниче підприємство “Державний інформаційний геологічний фонд України”. — Київ, 2014. — 270 с. — Режим доступу: [http://geoinf.kiev.ua/M\\_R\\_2014.pdf](http://geoinf.kiev.ua/M_R_2014.pdf). — Назва з екрану.
95. Климчук А. Б. Карст и природные полости / А. Б. Климчук // Экологическая геология Украины; под ред. Шестопалова В. М. // Киев, Наукова думка, 1998. — С. 134–142.
96. USGS Digital Spectral Library [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://speclab.cr.usgs.gov/spectral-lib.html>. — Назва з екрану.
97. Ніколаєв В. Є. Повторна геолого-економічна оцінка Артемівського родовища гіпсу і ангідриту. Донецька обл. / В. Є. Ніколаєв // Звіт “ТДВ Лафарж гіпс”. — ТОВ УГК “Донбасгеолразведка”. — Кн.1, текст, Артемівськ, 2012. — 122 с.
98. Ищенко Л. И. Геологический отчет о результатах поисков гипса в районе Артемовского месторождения / Л. И. Ищенко. — Геоинформ №38230. — Киев, 1975. — 128 с.
99. Надра в Івано-Франківській області (регіональна доповідь). Сировина для виробництва будівельних матеріалів [Електронний ресурс]. — Режим доступу [http://http://5ka.at.ua/load/ekologija/nadra\\_v\\_ivano\\_frankivskij\\_oblasti\\_regionalna\\_dopovid/18-1-0-10649](http://http://5ka.at.ua/load/ekologija/nadra_v_ivano_frankivskij_oblasti_regionalna_dopovid/18-1-0-10649). — Назва з екрану.
100. Гаврилюк О. В. Геологічний звіт про розвідку Мамалигівського родовища гіпсу в Новоселецькому районі Чернівецької області / О. В. Гаврилюк. — Геоінформ №59711. — Київ, 2004. — 107 с.
101. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Тернопільській області у 2012р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2012-rotsi/ternopilaska%202012.pdf>. — Назва з екрану.
102. Францев В. С. Отчет о детальной разведке Ныркового месторождения гипсов в Залещицком районе Тернопольской области / В. С. Францев. — ДНВП Геоінформ. — Київ, 1974. — 141 с.
103. Сахарова Е. С. Отчет о геологоразведочных работах, произведенных на Роменском месторождении гипсоносных пород / Е. С. Сахарова. — Харьков, 1962. — 86 с.



## ВИСНОВКИ

1. Висвітлені ретроспективи і сучасний стан дистанційних досліджень в геології на території України. Розглянуті нормативні бази застосування дистанційних аерокосмічних методів при проведенні геологорозвідувальних робіт в Україні. Визначені місце аерокосмічної інформації в геологорозвідувальних роботах на нафту і газ, а також на тверді корисні копалини.

2. Встановлено та досліджено явище — перевищення (до 0.5...4.0°C) температур ґрунту (в порівнянні з температурою фонових ділянок на тій же глибині) над нафтовими і газовими покладами в інтервалі глибин 1...6 м (спільно з Інститутом геологічних наук та Інститутом мікробіології і вірусології НАН України). Виявлено механізм підвищення температури в приповерхневих шарах при наявності нафтогазового покладу і запропоновано відповідний біогеохімічний і пов'язаний з ним теплофізичний механізми.

3. Обґрунтовано геотермічний критерій дистанційних пошуків покладів нафти і газу, обумовлений процесами окислення копалин. За допомогою контактних вимірювань температури земної поверхні на обраних для досліджень Прилуцької і Лесяківської (нафтоносна), Качанівської (нафтогазонасна) і Руденківської (газонафтоносна) продуктивних площ встановлено, що значення температурних аномалій складають до 0.3...1.5°C. Розроблено методику проведення її дослідну перевірку на ділянках Дніпровсько-Донецькій западині.

4. Досліджено процес тепломасопереносу в родовищі нафти і газу в вертикальному розрізі, що перетинає поклад. Запропоновано модель формування геотермогеохімічного сигналу нафтогазовим покладом та модель формування радіаційних температур земної поверхні над нафтогазовими покладами. Одержано в явній формі вираз для дистанційного теплового сигналу.

5. Запропоновано схему перетворення, дешифрування і геологічної інтерпретації даних дистанційного знімання на основі використання геоінформаційних технологій, метою якої є виявлення пасток ВВ, оцінка перспектив їх нафтогазонасності, а також уточнення планової конфігурації водонафтового і газо-водяного контактів відповідних покладів. Запропонована технологічна схема досліджена на прикладі території Білоцерківсько-Остапівського виступу південного борту ДДЗ, а також Довгалівсько-Лакизинської ділянки Дніпровського грабену западини. Створено інформаційно-аналітичне забезпечення оцінки мінливості товщин відкладів, перспективних на вуглеводні, у межах Дніпровсько-Донецької западини.

6. Розроблено метод оцінювання вуглеводневого потенціалу локальних структур на основі комплексування матеріалів космічної зйомки і магнітометричних даних. Описано процедуру підбору параметрів для аналітичного розрахунку аномалій геомагнітного поля від нафтогазових покладів. Виявлено, що на Керченському піднятті аномальний ефект в магнітному полі від ідеалізованого нафтогазового покладу сягає 3 нТл у межах його контуру. Це є передумовою фіксування пошукових об'єктів детальними наземними та аеромагнітними зйомками, а також виділення їх з метою подальшої інтерпретації. Отримані результати з урахуванням матеріалів параметричних досліджень гірських порід, які пройдені свердловинами глибокого буріння на піднятті Субботіна, у подальшому можуть застосовуватися для детального вивчення за даними магнітометрії та ДЗЗ низки структур Прикерченської та суміжних ділянок шельфової зони Чорного моря, інших нафтогазонасних областей і провінцій

7. Розроблено варіант методики кількісного аналізу лінементів на аерокосмічних зображеннях для прогносної оцінки перспективності території на пошуки покладів вуглеводнів. Методика передбачає такі

етапи: а) вибір космічних знімків; б) структурне дешифрування космічних знімків та побудова карти лінеаментів, в) встановлення закономірностей просторової орієнтації та виділення систем лінеаментів, г) кількісний опис поля лінеаментів. З використанням розробленої методики лінеаментного аналізу здійснено прогнозування перспективності окремих ділянок території Дніпровсько-Донецької западини і Тарханкутського півострову Криму на пошуки покладів вуглеводнів.

8. Розроблено комплексний метод прогнозування нафтогазоперспективних об'єктів в нафтогазових басейнах, який базується на реальній моделі зв'язку певних компонентів ландшафту і особливостей геофізичних полів Землі в межах промислових скупчень вуглеводнів. Відповідно до глибинної концепції утворення вуглеводнів обґрунтований та вибудований комплекс методів, який передбачає врахування шовних зон. Це дає такі дві принципові переваги: 1) звужується площа пошуку в межах самої зони (це 10...15 км), 2) тільки в цій, визначеній зоні пошуку можна сподіватися на відкриття родовищ вуглеводнів з високими та стабільними дебітами вуглеводневої сировини. В залежності від задач, які вирішуються, комплекс таких досліджень може проводитися: а) на регіональному рівні для виділення шовних зон в межах осадового басейну та перед детальними геологорозвідувальними роботами, коли йде мова про попередню привабливість та оцінку даної площі або ділянки; б) при плануванні об'єму детальних геологорозвідувальних робіт; в) на стадії проведення детальних пошукових робіт з метою одержання додаткової інформації про перспективність виявлених об'єктів і місцезоналення пошукових свердловин. Наведено приклади комплексних оцінок нафтогазоперспективності шельфу Чорного моря (регіональний рівень) та Хухринсько-Чернетчинської площі північного борту Дніпровсько-Донецької западини (детальний рівень), які були отримані із залученням розробленого і описаного вище комплексного методу прогнозування нафтогазоперспективних об'єктів.

9. Розроблено нові ефективні підходи до інтеграції дистанційних та геолого-геофізичних даних при пошуках покладів нафти та газу на суходолі, зокрема, підхід до інтеграції дистанційних та геолого-геофізичних даних за удосконаленим методом Демпстера–Шейфера та підхід за удосконаленою моделлю Байеса. Наведено результати геологічної інтерпретації отриманих результатів інтеграції даних для Липоводолинського родовища.

10. Запропоновано евристичні методи оцінювання ділянок нафтогазоперспективних територій на основі міждисциплінарної інтеграції космічної та наземної інформації та здійснено оцінку нафтогазоперспективності ділянок Дніпровсько-Донецької западини на основі міждисциплінарної інтеграції космічної і наземної інформації.

11. Оцінено можливість застосування адаптивних спектральних індексів для пошуку покладів вуглеводнів з використанням матеріалів космічної зйомки й наземного фотометрування. Запропонована процедура визначення меж покладів вуглеводнів методом мультифрактальної сегментації даних дистанційного спектроскопічного вимірювання рослинних покривів.
12. Запропонована і обґрунтована технологія прогнозування нафтогазоносності у Чорному морі з використанням аерокосмічних методів. Проведено її апробацію на окремих ділянках Чорного моря (Північно-Західний шельф, Північно-Східна частина).
13. Розроблено нові методи дистанційного виявлення родовищ рудної та нерудної сировини. Обґрунтовано критерії виявлення родовищ рудної та нерудної сировини при використанні дистанційних методів. Запропонована методика пошуку рудної сировини на основі інформаційного інтегрування даних багатоспектральної аерокосмічної зйомки і наземних спектроскопічних даних.
14. Запропоновано процедуру інтегрування дистанційних і геолого-геофізичних даних під час пошуково-розвідувальних робіт на поліметалеві руди і наведено результати прогнозування покладів поліметалевих руд на Українському щиті за її допомогою.
15. Розроблено методику пошуку покладів бурого вугілля на основі інформаційного інтегрування даних багатоспектральної аерокосмічної зйомки і геолого-геофізичних даних. Проаналізовано геолого-тектонічні умови Дніпробасу, особливості його вугленосності дозволили визначити головні методичні напрями дистанційних досліджень при пошуках бурого вугілля. Укладена регіональної карто-схема неотектонічних особливостей Дніпробасу за матеріалами багатоспектрального аерокосмічного знімання та цифрової моделі рельєфу дозволила виявити певні закономірності поширення бурову

гільних родовищ відносно неотектонічної блокової структури та розломно-тріщинної мережі. Визначено, що найбільш активними у вуглеформуванні є лінеаментні зони північно-західного та субмеридіонального напрямів. Карто-схема регіональної неотектонічної будови Дніпробасу, за матеріалами багатоспектрального аерокосмічного знімання та цифрової моделі рельєфу може використовуватись на попередніх етапах прогнозування, при пошуках похованих долин палеогенового віку, що можуть містити поклади бурого вугілля.

16. Розроблено і апробовано методу дистанційного пошуку покладів гіпсу та гіпсоангідритів на основі інформаційного інтегрування даних багатоспектральної аерокосмічної зйомки, польової спектрометрії і геологічних даних. Досліджувались зовнішні та приховані чинники, які мають вплив на формування корисного сигналу прояву гіпсоангідритів на космічному зображенні. Проведене лабораторне спектрометрування гіпсів різних родовищ показало незначні розбіжності за рахунок різних типів гіпсів, їх кольоровості, але всі вони характеризуються низькими значеннями спектрального відбиття від поверхні гіпсу, якщо вона має скляний блиск і прозорість. Зміни забарвлення та збільшення зернистості викликають значні коливання значень спектральних характеристик насамперед у тепловому діапазоні, тому що на блискучих білих поверхнях вони мінімальні. У видимому та інфрачервоному діапазонах до 950 *нм* спостерігається поступове наростання значень відбивної характеристики породи зі збільшенням довжини хвилі. Були розглянуті особливості розповсюдження гіпсу в різних регіонах України та обґрунтовано вибір еталонних ділянок для дистанційного їх аналізу. Визначені якісні причинно-наслідкові зв'язки між проявом покладів гіпсоангідриту та оптико-фізичними параметрами і характеристиками ґрунтово-рослинного покриву на прикладі Артемівської, Мамалигівської, Придністровської, Нирківської та Роменської еталонних ділянок.

17. Подальші наукові дослідження мають бути спрямовані на підвищення ефективності пошуку покладів корисних копалин різних видів на основі розроблення та застосування нових засобів і технологій дистанційного зондування Землі. Ключовими питаннями при цьому є: 1) удосконалення створених моделей енергомасообміну в приповерхневих геосистемах та більш детальне вивчення причинно-наслідкових зв'язків між наявністю покладів корисних копалин і оптико-фізичними параметрами і характеристиками ґрунтів, рослинності, морської поверхні; 2) розробка нових ефективних технологій пошуку покладів корисних копалин різних видів на основі застосування методів і засобів дистанційного зондування Землі.



# НАУКОВА ПУБЛІКАЦІЯ

Монографія

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ДИСТАНЦІЙНОГО ПОШУКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Оригінал-макет виготовлено у ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі  
Інституту геологічних наук Національної Академії наук України”

01054, м. Київ, вул. Олеся Гончара, 55-Б

Тел. \ Факс (380 44) 482 01 66; (380 44) 486 94 05

E-mail: [casre@casre.kiev.ua](mailto:casre@casre.kiev.ua)

URL: [www.casre.kiev.ua](http://www.casre.kiev.ua)

Технічний редактор О. І. Кудряшов  
Дизайн, верстка, коректура О. І. Кудряшов