

## ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

### Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України (короткий історичний нарис)

**В. І. Лялько, О. Д. Федоровський, В. М. Перерва,  
М. О. Попов**

Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, м. Київ

Центр аерокосмічних досліджень Землі починає свій родовід з 1992 р., коли постановою Президії НАН України він був створений на базі структурних підрозділів Інституту геологічних наук та Київського інституту космоаерометодів. Центр є унікальною установою в Україні з комплексної розробки науково-методичних основ аерокосмічного зондування Землі для дослідження природних ресурсів і екологічного моніторингу. Він визначений НАНУ та НКАУ головною організацією з цього наукового напрямку в Україні, на його базі створена Наукова рада НАНУ та кваліфікаційна спецрада із захисту докторських і кандидатських дисертацій по спеціальності «Дистанційні аерокосмічні дослідження».

Центр — перша українська установа в галузі ДЗЗ, що є членом Європейської асоціації лабораторій дистанційного зондування Землі. Він активно співпрацює з Національним космічним агентством, Міністерством з надзвичайних ситуацій, Мінеко-ресурсів, НАК «Нафтогаз України» та іншими українськими відомствами, а також з Європейським космічним агентством, космічними агентствами Росії, США, Німеччини та Франції, зокрема в рамках програми Міжнародної космічної станції. У Центрі розвиваються дослідження наукової школи «Енергомасообмін в геосистемах» та його вплив на спектральні властивості земних утворень. На базі цих досліджень виявлено нові механізми і процеси формування пошукових спектральних сигналів в різних ділянках електромагнітного спектру та створено ряд нових супутникових технологій, зокрема пошуків нафтогазових покладів, контролю впливу токсикантів на навколишнє середовище, оцінки пожежонебезпечності лісів, врожайності зернових та ін.

Вирішення різноманітних геологічних задач (по-

шуки нафтогазових покладів, термальних вод, тектонічних структур і т. п.) з використанням матеріалів аерокосмічних зйомок розпочалося в Інституті геологічних наук АН УРСР ще з 70-х років ХХ ст. Але організаційно спрямованими ці роботи стали лише в Центрі аерокосмічних досліджень Землі (ЦАКДЗ) Інституту геологічних наук Національної академії наук України, який був створений згідно з Постановою Президії Академії наук України № 150 від 20.05.92 р. на базі Київського науково-дослідного інституту космоаерометодів та підрозділів Інституту геологічних наук НАН України як самостійна юридична установа.

#### СТРУКТУРА ЦЕНТРУ

Директор: член-кореспондент НАН України, професор, доктор геол.-мін. наук, лауреат Державної премії України та премії ім. В. І. Вернадського НАН України, заслужений діяч науки і техніки України В. І. Лялько.

Заступники директора: канд. геол.-мін. наук В. М. Перерва, канд. техн. наук В. Г. Прокопенко. Вчений секретар: канд. геол.-мін. наук В. М. Крат.

На цей час загальна кількість працівників Центру становить понад сто співробітників, з них третина — наукові співробітники, серед яких два члени-кореспонденти НАН України, 30 кандидатів та докторів геологічних, фізико-математичних, технічних, географічних і біологічних наук. Організаційно ЦАКДЗ складається з трьох відділів: відділу досліджень енергомасообміну в геосистемах (чл.-кор. НАН України В. І. Лялько), відділу аерокосмогеологічних досліджень (канд. геол.-мін. наук В. М. Перерва) та відділу аерокосмогеоекологічних досліджень (чл.-кор. НАН України, доктор фіз.-

мат. наук, професор О. Д. Федоровський).

Центр спеціалізується на зборі та тематичній інтерпретації даних дистанційного зондування (ДЗЗ), обробці зображень земної поверхні та підготовці геоінформаційних продуктів. Досліджуються процеси енергомасообміну в геосистемах та їхній вплив на фізико-хімічні та біологічні механізми, які відповідають за формування спектрального відгуку природних об'єктів і дуже чутливі до дії різних природних та антропогенних факторів. Ці дослідження мають фундаментальний і водночас прикладний характер. Розробка моделей формування спектрального відгуку природних об'єктів, встановлення їхніх зв'язків з відповідними характеристиками навколишнього середовища і кількісна оцінка таких зв'язків є головним при використанні такого підходу. На базі цих спектральних моделей розробляються нові методи і технології збору та тематичної обробки даних ДЗЗ.

#### ОСНОВНІ НАПРЯМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

- Теоретико-методичні та практичні дослідження природних ресурсів, зокрема при пошуках, розвідці і розробці родовищ корисних копалин із застосуванням дистанційних методів аерокосмічного базування.
- Створення наукових основ аерокосмічного екологічного моніторингу території України з розробкою фізико-математичних моделей випромінювання та розсіювання в різних діапазонах спектру, обумовлені земними утвореннями (рослинність, ґрунти, вода, повітря).
- Теоретичне обґрунтування й експериментальна перевірка нової бортової апаратури та технологій дистанційного зондування земних утворень в різних діапазонах спектру для вирішення природоресурсних і екологічних задач.

#### ГОЛОВНІ ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Оцінка та менеджмент природних ресурсів: Деталізація геологічної структури територій (вивчення активних екзогенних процесів, виявлення та локалізація активних розломних зон).
  - Оцінка територій і шельфової зони з метою пошуку родовищ нафти та газу.
  - Визначення вологості ґрунтів та рівня ґрунтових вод, пошук підземних водних резервуарів.
  - Оцінка стану та картування лісових угідь.
2. Екологічний моніторинг навколишнього середовища:
  - Оцінка морських акваторій та внутрішніх водоймищ (швидке виявлення розливів нафти і

нафтопродуктів на водній поверхні, оцінка еколого-санітарного стану та якості води у водоймищах, виявлення промислових забруднень, контроль розподілу суспендованих речовин, зелених водоростей та ін.).

- Виявлення і моніторинг витоків з нафто-, газо-, водопроводів та систем гарячого водопостачання.
  - Оперативний моніторинг паводків, підтоплень, заболочування, лісових пожеж та інших природних катастроф.
  - Оцінка територій, забруднених важкими металами, радіонуклідами, пестицидами та іншими токсичними речовинами.
  - Вивчення міських агломерацій (динаміки розвитку і забудови міста, антропогенного впливу промисловості на довкілля).
3. Застосування даних ДЗЗ у сільському господарстві:
    - Інвентаризація посівів.
    - Оцінка стану сільгоспугідь (фенологічні спостереження, забезпеченість посівів добривом, вологою, визначення біомаси та продуктивності).
    - Прогнозування врожаю.
    - Оцінка деяких параметрів стану ґрунтів.
  4. Теоретичне обґрунтування і оцінка ефективності системи ДЗЗ на основі системного аналізу:
    - Оцінки ефективності апаратурних комплексів ДЗЗ, що функціонують на борту космічного апарата.
    - Формування складу комплексу апаратури, сукупність параметрів якого забезпечить виконання космічної програми ДЗЗ із найбільшою ймовірністю.
    - Оцінки ефективності функціонування системи ДЗЗ (з урахуванням космічних апаратів і наземної інфраструктури) на основі методу системної динаміки й інформаційних технологій.

#### АВІАЦІЙНИЙ БОРТОВИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

Комплекс знімальної апаратури, що створений і успішно використовується Центром, містить у собі такі апаратурні засоби дистанційного зондування:

- Скануючий інфрачервоний радіометр «Малахіт-М»: смуга огляду дорівнює  $3.4H$ , де  $H$  — висота польоту, енергетична роздільна здатність 0.1 К.
- Багатоканальний трасовий оптико-акустичний спектрометр «Кварц-3102»: кількість спектральних каналів — 100, діапазон  $\lambda\lambda$  400—800 нм.
- НВЧ-вологорівнемір, що працює на довжині хвилі 70 см, який має смугу огляду 20 м (при висоті польоту 150 м).

- Інтегральний гамма-радіометр.
- Відеокамера.

Цей комплекс використовується для вирішення різноманітних проблем вивчення навколишнього середовища:

- екологічний моніторинг довкілля;
- оперативний моніторинг повеней, підтоплень, лісових пожеж та інших природних катастроф;
- швидке виявлення нафти та нафтопродуктів на водній поверхні;
- оцінка стану трубопроводів та систем теплопостачання;
- пошуки корисних копалин;
- оцінка стану ґрунтів та рослинного покриву;
- оцінка стану сільгоспугідь та прогнозування врожаю.

Авіаційний комплекс знімальної апаратури вигідно відрізняється від інших бортових систем дистанційного зондування оптимальною комбінацією недорогих, але ефективних засобів дистанційного зондування в оптичному, інфрачервоному, гамма- та радіодіапазонах.

#### НАЙВАЖЛИВІШІ ДОСЯГНЕННЯ

Встановлено і систематизовано вплив токсикантів (радіонуклідів, важких металів, вуглеводневих газів, агрохімікатів) на спектральну яскравість рослин. Завдяки цьому розроблена технологія оцінки за космічними знімками екологічного стану територій та пошуків нафтогазових покладів.

Вперше в Україні створено атласи «Україна з Космосу» та «Космос — Україні» комп'ютерно дешифрованих космознімків українсько-російського космічного апарата «Океан-О», українського супутника «Січ-1» та ін., в яких показана можливість їхнього використання для вирішення актуальних для України природоресурсних і природоохоронних задач (пошуки нафтогазових покладів, контроль екологічного стану, зокрема поширення радіонуклідного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС тощо).

Розроблено концепцію імітаційної еколого-економічної моделі комплексної експлуатації водосховищ басейну р. Дніпро на базі методу системної динаміки та нових принципів обробки аерокосмічної інформації.

Створено нову супутникову технологію пошуків покладів вуглеводнів. Впровадження цієї технології в межах Дніпровсько-Донецької западини і Чорноморського шельфу дозволили виявити декілька десятків перспективних площ.

Розроблено методичні прийоми та комп'ютерні програми обробки аерокосмічної інформації у вузьких діапазонах електромагнітного спектру для

оцінки екологічного стану території України, прогнозування врожайності зернових культур та пожежонебезпечності лісів.

#### ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК У ВИРОБНИЦТВО

Впровадження розроблених у Центрі новітніх супутникових технологій пошуків покладів вуглеводнів дозволило виявити у межах Дніпровсько-Донецької западини та Чорноморського шельфу близько 20 площ, перспективних на нафту і газ. Рекомендації щодо постановки пошуково-розвідвальних робіт на виявлених площах передані ВАТ «Укрнафта» та НАК «Нафтогаз України».

Державній адміністрації м. Київ подані результати дешифрування космічних зображень з прогнозуванням розвитку сучасних екзогенних процесів у місті. Аналогічні прогнози передано держадміністрації м. Херсон.

Міністерству з надзвичайних ситуацій України надано карту пожежонебезпечності лісів Зони відчуження Чорнобильської АЕС.

ВАТ «Укрнафта» передані для впровадження карти «Джерела аномально високих концентрацій природного газу у приземному шарі атмосфери міст Борислав та Східниця».

ЦАКДЗ є унікальною організацією в Україні з розробки науково-методичних основ аерокосмічного зондування Землі для дослідження природних ресурсів та екологічного моніторингу. Його дослідження носять міждисциплінарний характер, вони не дублюють, а лише доповнюють та розширюють роботи цього напрямку, що виконуються в інших організаціях переважно наземними методами. Визнанням високого професійного рейтингу Центру (сучасна зйомочна апаратура, програмно-комп'ютерні комплекси дешифрування та висококваліфіковані фахівці, що оволоділи технікою і технологією світового рівня) є визначення його головною організацією в Україні з цього актуального напрямку (зокрема в рамках Державної космічної програми та згідно з Постановою Президії НАН України № 77 від 25.02.97 р.), створення на його базі Наукової ради Національної академії наук та Національного космічного агентства України і спеціалізованої вченої ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій за спеціальністю «Дистанційні аерокосмічні дослідження». У Центрі плідно розвивається оригінальна наукова школа, що досліджує вплив енергомасообміну в геосистемах на спектральні характеристики земних покривів. Це дає можливість фундаментально обґрунтувати формування корисних сигналів для інтерпретації матеріалів аерокосмічного зондування. Високий про-

фесійний рейтинг ЦАКДЗ обумовлює хороші перспективи розвитку, оскільки це дає можливість оперативно переорієнтувати колектив при вирішенні актуальних задач оптимального природокористування, що виконуються і будуть виконуватись ЦАКДЗ разом з різними українськими і зарубіжними відомствами. (Космічні агентства України, Німеччини, Франції, Міністерства з надзвичайних ситуацій і екоресурсів, НАК «Нафтогаз України», державні адміністрації Києва, Херсона, Житомира та ін.).

#### СТАНОВЛЕННЯ НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕНЬ У ВІДДІЛАХ ЦЕНТРУ

Нижче коротко викладено в історичному плані основні віхи становлення і розвитку аерокосмічних досліджень Землі в тих чотирьох колективах, на базі яких був створений Центр і які нині плідно співпрацюють в ньому, взаємно оцінюючи, доповнюючи та коригуючи свої дослідження з урахуванням високого рівня професійної специфіки знань кожного з колективів:

- відділу тепломасопереносу в земній корі АН України та партії дистанційних методів досліджень Дослідного підприємства цього ж Інституту (нині відділ енергомасообміну в геосистемах Центру);
- Київського інституту космоаерометодів, що до 1992 р. називався Київським відділом Інституту геології і розробки горючих копалин Міннафтогазпрому СРСР (нині відділ аерокосмічних досліджень в геології Центру);
- СКБ заводу «Арсенал» та Інституту гідромеханіки АН УРСР (нині відділ аерокосмічних досліджень в геоecології Центру);
- фахівців науково-учбових підрозділів авіаційної розвідки Міністерства оборони СРСР та України (нині працюють у відділах енергомасообміну в геосистемах та аерокосмічних досліджень в геології Центру).

**Відділ енергомасообміну в геосистемах.** Відділ енергомасообміну в геосистемах (до 1992 р. — тепломасопереносу в земній корі), який відокремився від Сектору гідрологічних проблем ІГН АН УРСР, створений у 1969 р. Завідувачем відділу був призначений кандидат геол.-мін. наук В. І. Лялько.

За час існування в складі Інституту геологічних наук АН УРСР (до 1992 р.) у відділі виконано значний обсяг теоретико-методичних та практичних досліджень. Нині у відділі працюють два доктори і 13 кандидатів наук, навчається чотири аспіранти.

Основні результати наукових досліджень:

- Моделювання процесів формування ресурсів підземних вод півдня України (1965 р., В. І. Лялько, Г. А. Шнейдерман).
- Обґрунтування захоронення токсичних промстоків у надра Дніпровсько-Донецької западини (вперше в Україні, 1967—1972 рр., В. І. Лялько, Ю. Ф. Філіпов).
- Розробка методів розрахунку тепло- і масопереносу в земній корі (вперше в СРСР, 1974 р., В. І. Лялько).
- Дослідження переносу тепла і речовин в земній корі з урахуванням процесів фізико-хімічної кінетики (вперше в СРСР, 1978 р., В. І. Лялько, М. М. Митник, Є. В. Добровольський).
- Розробка критеріїв геотермічних пошуків корисних копалин (1979 р., В. І. Лялько, М. М. Митник, Л. Д. Вульфсон, З. М. Шпортюк).
- Розробка геотермічних методів досліджень в гідрології (згідно з завданням ДКНТ при РМ СРСР, 1979 р., В. І. Лялько, М. М. Митник, Л. Д. Вульфсон та ін.).
- Моделювання гідрологічних умов охорони підземних вод у басейні р. Сів. Донець (згідно з завданням РМ УРСР, 1973—1980 рр., В. І. Лялько, Ю. С. Бут, Ю. Ф. Філіпов, Г. А. Шнейдерман).
- Розробка методичних і експериментальних основ гідрології (1983 р., В. І. Лялько, М. М. Митник та ін.).
- Космічна інформація у вирішенні геологічних задач (1983 р., В. І. Лялько, В. Г. Трифонов, А. В. Пейве, А. Л. Яншин та ін.).
- Розробка фізико-хімічних основ метаморфогенного рудоутворення (1985 р., В. І. Лялько, М. М. Митник, Я. М. Белевцев, В. Б. Коваль та ін.).
- Обґрунтування процесів тепломасопереносу в літосфері (1985 р., В. І. Лялько).
- Розробка методів геохімічного моделювання та прогнозування в гідрології (1988 р., В. І. Лялько, С. Р. Крайнов, Є. В. Добровольський та ін.).
- Дослідження водообміну в гідрологічних структурах України в природних умовах (1988—1989 рр., В. М. Шестопалов, В. І. Лялько, М. С. Огняник та ін.).
- Розробка методики вивчення глибинної геологічної будови та нафтогазоносності Дніпровсько-Донецької западини (1989 р., В. К. Гавриш, В. Б. Сологуб, В. І. Лялько, А. Й. Недошовенко та ін.).
- Обґрунтування застосування аерокосмічних методів в геоecології (1992 р., В. І. Лялько, Л. Д. Вульфсон, В. Ю. Жарий та ін.).
- Розробка довідника з геоecології України —

стосовно залучення методів ДЗЗ (1993 р., Є. Ф. Шнюков, В. І. Лялько та ін.).

- Обґрунтування нових методів в аерокосмічному землезнавстві (1999 р., В. І. Лялько, Ю. В. Костюченко, О. Д. Федоровський, О. І. Сахацький, А. Я. Ходоровський, О. Т. Азімов, Л. Д. Вульфсон, О. М. Сибірцева, З. М. Шпортюк, В. Ю. Жарий та ін.).

Базуючись на вказаних теоретико-методичних дослідженнях і досягненнях, відділом виконано значний обсяг впроваджень цих результатів у вигляді договірних робіт з виробничими організаціями, основні з яких за цей період:

- Розрахунки запасів термальних вод України (Дніпровсько-Донецька западина, Крим, Закарпаття).
- Розробка заходів з охорони підземних вод у басейні р. Сів. Донець, Північно-Кримському промрайоні та ін.
- Оцінка геоecологічного стану за допомогою аерокосмічних методів в межах міських агломерацій Києва, Херсона, Дніпропетровська, Запоріжжя, Житомира та ін.
- Надання практичних рекомендацій з пошуку перспективних нафтогазових площ в Дніпровсько-Донецькій западині, на шельфі Азовського і Чорного морів, в колишніх республіках Середньої Азії (Туркменістан, Таджикистан, Узбекистан).
- Надання практичних рекомендацій по визначенню норм зрошення сільськогосподарських культур та ліквідації негативних явищ (заболочування, засолення) на зрошувальних масивах півдня України.
- Розрахунки запасів парогідротерм на Камчатці (для Мутновської геотермальної станції та ін.), визначення водоносних горизонтів в умовах вічної мерзлоти (Західно-Сибірська западина) та запасів підземних термомінеральних вод в гірських районах Таджикистану.
- Прогнозування пожежонебезпечності та фітосанітарного стану лісів Зони відчуження Чорнобильської АЕС.

Впровадження наукових розробок проведено в організаціях Міністерств геології СРСР і УРСР, Міністерств надзвичайних ситуацій та екоресурсів України, НАК «Нафтогаз України», державних адміністраціях міст Києва, Херсона тощо.

Для виконання вказаних досліджень запрошувались до співпраці висококласні спеціалісти різних напрямів. Поступово сформувався колектив однодумців. У відділі почали працювати фізики, хіміки, математики, радіофізики, теплофізики, гідрогеологи, геологи, біологи. Енергомасоперенос у геосистемах — це інтердисциплінарний напрям, який вимагав участі різнопланових фахівців, кожен з

яких мав вирішувати питання на високому професійному рівні. Цей напрям вийшов за межі тільки гідрогеологічної науки і став перспективним для розвитку на сучасній фізико-математичній основі всього комплексу геологічних наук. Адже, як висловився ще в 1972 р. академік О. П. Виноградов (на той час — віце-президент АН СРСР і директор Інституту геохімії АН СРСР), «...мы находимся накануне периода химической технологии Земли, и проблема тепломассопереноса должна в геологии рассматриваться в таком же ракурсе, как она рассматривается в химической технологии». Виходячи з цієї теорії і розглядаючи на земній поверхні сигнали хімічних, теплових, водних, щільнісних аномалій як початкові і граничні умови загальних рівнянь енергомасообміну, ми запропонували цей підхід використати і в такому нібито далекому від нас напрямі, як аерокосмічні, або дистанційні, дослідження Землі. У різних діапазонах: у видимому мультиспектральному діапазоні — на хвилях різної довжини, у тепловому діапазоні, або в радіодіапазоні. Наш підхід та його експериментальне підтвердження за допомогою наземних й інфрачервоних дистанційних зйомок показали, що ми можемо створювати математичні моделі формування сигналу і розв'язувати такі задачі, як пошуки корисних копалин (нафти, газу — по зйомках у видимому і тепловому діапазонах), оцінка вологості і глибини залягання ґрунтових вод — по зйомках у радіодіапазоні, оцінка забруднення території токсикантами, можливість вирішувати екологічні проблеми, пошуки родовищ кольорових і рідкісних металів тощо — по мультиспектральних і теплових зйомках. Певним визнанням наших розробок, які не мали на той час світових аналогів, стало видання англійською мовою у 1981 р. на замовлення Національного наукового фонду США монографії В. І. Лялька «Розрахунок тепло- і масопереносу в земній корі».

1985 р. була відзначена Премією ім. В. І. Вернадського АН УРСР монографія В. І. Лялька «Тепломасоперенос в літосфері». Подібний системний підхід у дослідженнях на базі уявлень теорії енергомасообміну дозволив зайняти досить непогані на той час наукові позиції у СРСР. На основі відділу в Інституті геологічних наук була створена Наукова рада АН УРСР з дистанційного зондування Землі. Колектив став визнаною у Союзі організацією в галузі аерокосмічних досліджень Землі. Вийшло друком чимало книг. Співробітники брали участь у спільних проєктах з всесоюзними організаціями, а також із зарубіжними фірмами у рамках програми «Інтеркосмос». Тому, коли розпався Радянський Союз, у травні 1992 року саме на базі цього відділу при Інституті геологічних наук АН України було створено Центр аерокосмічних досліджень Землі

ІГН АН України. Його директором став В. І. Лялько, якого цього ж року було обрано членом-кореспондентом АН України. Відтоді співробітники Центру брали найактивнішу творчу участь і у першій, і у другій Національних космічних програмах України. Сьогодні Центр є провідною організацією Національної академії наук та Національного космічного агентства України, яка розробляє третю космічну програму України у розділі «Дистанційне зондування Землі». Співробітники Центру вибороли понад півдюжини грантів (Міжнародного наукового фонду, космічних агентств Європи, Німеччини, Франції та ін.). Освоїли абсолютно нові космічні технології (наприклад, застосування радарної інтерферометрії для оцінки сучасних рухів земної поверхні тощо).

Усі ці досягнення були б неможливими без злагоженої роботи колективу талановитих професіоналів різних спеціальностей, що сформували кістяк цього відділу, а в подальшому — Центру аерокосмічних досліджень Землі: теплофізика Марклена Мироновича Митника, який зробив неоціненний внесок у розвиток розрахункових гідрогеотермічних методів (на превеликий жаль, передчасно пішов від нас); фізика-хіміка Євгена Вікторовича Доброволь-

ського, котрий успішно розробляв динамічні і кінетичні методи в гідрогеохімії (нині працює за фахом в Канаді); математика Зіновії Михайлівни Шпортюк, яка створила нові програмні продукти для комп'ютерного розв'язання прямих і обернених гідрогеотермічних задач і обробки матеріалів мультиспектральних аерокосмічних зйомок для розв'язання тематичних задач; радіофізика Леоніда Давидовича Вульфсона, котрий сконструював оригінальну апаратуру і розробив методики моделювання гідрогеотермічних процесів, оцінки вологовмісту ґрунтів і глибин залягання ґрунтових вод внаслідок активного зондування земних утворень у радіохвильовому діапазоні. Етапи і результати наших багаторічних досліджень наведені в таблиці. До нас прийшла нова наукова поросль, молоді спеціалісти — наші «діти» в науці. Вони мають досить непоганий багаж знань. Прагнуть знати ще більше, самовдосконалюються, стажуються, їздять за кордон для обміну досвідом. Це — старші наукові співробітники: талановитий молодий вчений Ю. В. Костюченко, кандидат фізико-математичних наук; О. І. Сахацький, кандидат геолого-мінералогічних наук, вдумливий і скромний фахівець найвищого класу та багатьох інших. Втішно, що передається

Основні розробки у відділі тепломасопереносу в земній корі ІГН АН УРСР (з 1992 р. — відділ енергомасообміну в геосистемах ЦАКДЗ) з нових наукових напрямків

Хронологія, роки	Найменування розробки	Автори
1965— 1972	Дослідження тепло- і масопереносу в земній корі на основі складання комп'ютерних програм стосовно розрахунків експлуатаційних запасів термальних і мінеральних вод, захоронення промстоків у надра, палеорекострукції процесів рудоутворення, обґрунтування гідрогеохімічних і гідро-геотермічних пошуків корисних копалин з урахуванням кінетики взаємодії в системі «розчин—порода». За цими матеріалами В. І. Ляльком у 1972 р. захищена докторська дисертація «Дослідження особливостей тепло- і масопереносу в підземних водах південного заходу Російської платформи і суміжних регіонів» і видана відповідна монографія (1974р.), перевидана в США (1981 р.)	В. І. Лялько, М. М. Митник, Ю. Ф. Філіпов, Є. В. Добровольський, З. М. Шпортюк, В. Г. Ткаченко
1973— 1991	Розробка теоретико-методичних основ формування геотермічних, геохімічних, спектральних пошукових сигналів у приповерхневих шарах і на земній поверхні на основі уявлень теорії енергомасообміну в геосистемах. Складання комп'ютерних програм рішення прямих і обернених гідрогеотермічних задач стосовно пошуків нафтогазових покладів. Експериментальні наземні й авіаційні теплові, мультиспектральні і радіохвильові зйомки для рішення геологічних і екологічних задач. За цими роботами видано 12 монографій	В. І. Лялько, М. М. Митник, Є. В. Добровольський, Л. Д. Вульфсон, О. І. Сахацький, З. М. Шпортюк
1992 — до цього часу	Теоретико-методичне обґрунтування і практичне випробування у виробничих умовах нових методів в аерокосмічному землезнавстві (радарна інтерферометрія, гіперспектрометрія та ін.) стосовно вирішення актуальних для України природоресурсних і природоохоронних задач (пошуки нафтогазових покладів, контроль і прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, пожежонебезпечності лісів, підтоплення територій, паводків, екологічного стану територій і акваторій та ін.). Впровадження зазначених розробок у практику відбувалось в організаціях Міністерств надзвичайних ситуацій, агропрому, екоресурсів, нафтогазпрому та ін. Ці роботи неодноразово доповідалися на вітчизняних і міжнародних форумах, описані в п'яти монографіях і збірниках (у тому числі в Атласах тематично дешифрованих космоснімків «Україна з Космосу» — 1997; 1999 рр. і «Космос—Україні» — 2001 р.). Вони двічі (1997 р. і 1999 р.) заслуговувалися на засіданні Президії НАН України, де одержали високу оцінку. Їхнє виконання дозволило виграти гранти Міжнародного наукового фонду і космічних агентств України, Німеччини, Франції і Європейського космічного агентства	В. І. Лялько, Л. Д. Вульфсон, О. І. Сахацький, В. Ю. Жарий, Ю. В. Костюченко, А. Я. Ходоровський, З. М. Шпортюк

естафета гідній молоді, радісно, що те, що зроблено, — визнається. І варто докласти ще більше зусиль, аби молоді спеціалісти, вчорашні студенти, які вливаються в колектив, ще більше збагатили б цей напрям своїми сучасними знаннями.

Відділ аерокосмічних досліджень в геології. Отримані перші космічні зображення земної поверхні продемонстрували великі можливості використання космічної інформації у практиці геологорозвідувальних робіт на нафту і газ. Це послугувало підставою Міністерству нафтової і газової промисловості СРСР для створення у 1972 р. у своїх структурних підрозділах аерокосмогеологічної служби у вигляді груп (геофізичні трести) і лабораторій (регіональні науково-дослідні і проектні інститути нафти). Одна з таких лабораторій 25.12.72 р. була створена в Українському науково-дослідному інституті проектування нафтовидобутку (УкрНДІПНД). У 1976 р. ця лабораторія була реорганізована у Київський відділ Інституту геології і розробки горючих копалин Міннафтогазпрому і АН СРСР.

Задачами відділу були розробка наукових основ і апробація методики аерокосмогеологічних досліджень при нафтогазопошукових роботах в усіх нафтогазоносних провінціях СРСР, які різняться ландшафтними умовами і геологічною будовою, навчання на курсах підвищення кваліфікації при відділі спеціалістів виробничих груп і лабораторій галузевих інститутів, що проводять аерокосмогеологічні дослідження, апробація і запровадження в галузі нової знімальної фотограмметричної і фотографічної апаратури, організація обміну закордонним і вітчизняним досвідом аерокосмогеологічних досліджень та ін. Завідувачами відділу були: 1976—1982 рр. к.г.-м.н. В. І. Грідін, 1982—1986 рр. к.г.-м.н. Г. В. Чернявський, 1987—1991 рр. к.г.-м.н. В. М. Перерва. Науковий потенціал відділу склали: к.г.-м.н. М. Г. Распопова, к.г.-м.н. Д. М. Данилевська, к.т.н. В. С. Готинян, к.г.-м.н. З. М. Товстюк, к.г.-м.н. В. Т. Воловик, к.г.-м.н. Б. М. Гушин, к.г.-м.н. Г. Ф. Бусел, к.т.н. М. О. Тепляков, к.г.-м.н. В. М. Чернін, к.г.-м.н. Г. І. Балеста, к.г.-м.н. В. М. Панасенко, к.г.-м.н. В. П. Полканов та ін.

В цей період відділ успішно виконує поставлені завдання. У 1987 р. видаються «Временные методические рекомендации по аэрокосмогеологическим исследованиям и использованию их результатов при нефтегазопоисковых работах», у цьому ж році видається «Тектоническая карта нефтегазоносных областей юго-запада СССР» (с использованием материалов космических съемок), масштаб 1:500000 (гл. редактор Н. А. Крылов), відзначена Державною премією України. У колективі укладачів спів-

робітники відділу: к.г.-м.н. М. Г. Распопова (заст. головного редактора) к.г.-м.н. Г. В. Чернявський (заст. головного редактора), картографи: І. І. Кашуба, А. П. Оленович, В. Ф. Мясникова.

Йде успішне запровадження аерокосмічних методів в Україні (Карпати, Дніпровсько-Донецька западина), за що у 1984 р. З. М. Товстюк нагороджена срібною, а Д. О. Тарангул — бронзовою медалями ВДНГ СРСР. З використанням аерокосмічних даних відкриті Озерянське, Світличне, Білоусівське, Чижевське, Василівське, Волошківське, Хухрянсько-Чернечинське (Дніпровсько-Донецька западина) і було уточнено геологічну будову і межі покладів Ново-Східницького, Ново-Сумницького, Микуличинського (Карпати) родовищ нафти. Аерокосмогеологічні дослідження виконувались під керівництвом Д. О. Тарангула, А. Г. Мишака.

У 1983 р. співробітники відділу З. М. Товстюк, В. Т. Воловик нагороджені медаллю «За трудову доблесть». За запровадження аерокосмічних методів у Волго-Уральській нафтогазоносній провінції М. О. Тепляков і Г. Ф. Бусел відзначені бронзовою медаллю ВДНГ СРСР.

Відділ проводить союзні наради з обміну передовим досвідом аерокосмогеологічних досліджень, видає збірники наукових праць, очолює роботи з підсупутникових експериментів, керує полігонними дослідженнями і запроваджує у практику нафтогазопошукових робіт тепловізор «Вулкан», багатозональний аерознімальний комплекс МСК-4, проводить дослідження з розробки нових методів фотолабораторної і оптико-електронної тематичної обробки аерокосмосображень, удосконалює методику структурно-геоморфологічних досліджень як важливого елементу процесу аерокосмогеологічних робіт.

До кінця 1987 р. методика аерокосмогеологічних досліджень була розроблена і запроваджена у виробничому режимі практично по усіх нафтогазоносних провінціях СРСР. На основі використання аерокосмічної інформації успішно вирішуються завдання прогнозу покладів ВВ, вивчення блокових полів і неотектонічної активності нафтогазоносних територій, геоекології та ін.

Аерокосмічні методи міцно увійшли в практику геологорозвідувальних робіт Міннафтогазпрому СРСР, забезпечуючи його геологічною і економічною ефективністю. Найбільш широко і ефективно аерокосмічні методи застосовуються у цей період у Дніпровсько-Прип'ятській, Волго-Уральській, Західно-Сибірській, Тімано-Печорській НПП, районах Передкавказзя, Закавказзя, Карпат.

З 1988 р. відділ з ініціативи і під науковим керівництвом к.г.-м.н. В. М. Перерви розпочав розробку методу прямого прогнозування покладів вуглеводнів на основі наземного і дистанційного

вивчення спектрального поля ландшафтів, який отримав назву супутникової технології прогнозу покладів нафти і газу на суші. Піонери-розробники методу — к.т.н. М. О. Тепляков, к.г.-м.н. Г. Ф. Бусел. У подальшому великий внесок у розробку методу зробили О. І. Архипов, к.б.н. О. І. Левчик, О. В. Гонтаренко, Т. В. Осканьян, О. А. Рибак. Відділ розробив і виготовив фотометри ПФ-08, КФ-08 для виконання наземних спектрометричних досліджень.

З 1993 р. відділ розпочав розробку супутникової технології прогнозу покладів ВВ на шельфі. Наукове керівництво досліджень здійснюють член-кореспондент НАН України В. І. Лялько, к.г.-м.н. В. М. Перерва.

З 1995 р. відділ розробляє супутникову технологію вивчення зон розвитку високопроникних колекторів (розробник к.г.-м.н. В. М. Перерва).

*Основні результати досліджень:*

1) фундаментальні:

— подальше вивчення теорії геоіндикаційних досліджень в ДДЗ дозволило перейти від прогнозу покладів ВВ за структурним критерієм (прогноз пасток), який широко використовувався до 1988 року, до прогнозу за критерієм продуктивності пасток, що означає перехід на більш високий рівень прогнозу;

— розроблено основи моделі геофлюїодинамічних структур літосфери (ГФДС), сформованих у вузлах перетину зон напружено-деформованого стану літосфери, які мають космогенну природу і планетарний характер розвитку, їхнє картування можливе лише аерокосмічними методами. Встановлено при цьому головну роль ГФДС у процесах переформування покладів ВВ, соляного і глиняного діапїризму, формуванні зон новітньої тріщинуватості, діяльності грязьових і магматичних вулканів, вертикальної міграції пластових і глибинних флюїдів, формуванні рудних родовищ, алмазів, визначено роль ГФДС у формуванні сучасних ландшафтів. У межах акваторій з ГФДС пов'язані прояви газових струменів і явища апвелінгу, встановлено велику роль ГФДС у формуванні геоecологічної ситуації. Вчення про ГФДС складає основу супутникових технологій прогнозу покладів ВВ на суші і шельфі, а також прогнозу зон розвитку вторинних високоємних колекторів. (к.г.-м.н. В. М. Перерва);

— визначені геолого-геофізичні і біохімічні фактори формування корисного сигналу на космозображеннях над покладами ВВ, які складають основу супутникової технології прогнозу покладів нафти і газу (к.г.-м.н. В. М. Перерва, н.с. О. І. Архипов, к.т.н. М. О. Тепляков, к.б.н. О. І. Левчик, к.г.-м.н. Г. Ф. Бусел);

— розроблено наукові основи супутникової технології прогнозу покладів вуглеводнів і вивченні роз-

ривних структур на шельфі. Наукову основу технології складає вчення про геофлюїодинамічні структури літосфери.

2) прикладні:

— вперше у вітчизняній практиці розроблено супутникову технологію прогнозування покладів нафти і газу на суші. Технологія апробована у виробничому режимі у межах Західно-Сибірської, Волго-Уральської і Дніпровсько-Прип'ятської нафтогазоносних провінцій (компанія «Лукойл-Україна», АТ «Татнафта», ВАТ «Укрнафта», ДК «Укргазвидобування», організації Мінекоресурсів України). Підтвердженість результатів прогнозу, затверджених актами замовника, склала 0.80. Технологія характеризується високою оперативністю і низькими витратами (к.г.-м.н. В. М. Перерва, н.с. О. І. Архипов, к.т.н. М. О. Тепляков, к.б.н. О. І. Левчик, к.г.-м.н. Г. Ф. Бусел);

— вперше у вітчизняній і закордонній практиці розроблено супутникову технологію вивчення зон розвитку вторинних колекторів, які характеризуються високими фільтраційно-смісними властивостями. Технологія апробована у виробничому режимі на родовищах Тюменської нафтової компанії, НАК «Нафтогаз України». Підтвердженість результатів досліджень склала 0.82. Технологія дозволяє розташувати експлуатаційні свердловини в найсприятливіших геодинамічних умовах, що забезпечує отримання високодебітних припливів пластового флюїду, підвищує у 2-3 рази економічну ефективність розробки родовищ (к.г.-м.н. В. М. Перерва);

— розроблено основи супутникової технології прогнозу покладів вуглеводнів на шельфі. Основу технології складає вчення про геофлюїодинамічні структури літосфери.

— НАК «Нафтогаз України» подані рекомендації на постановку пошуково-розвідувального буріння у межах Азовського і Північно-західного шельфу Чорного морів, а також надано оцінку продуктивності об'єктів по 42 площах Дніпровсько-Донецької западини (к.г.-м.н. В. М. Перерва, н.с. О. І. Архипов, к.т.н. М. О. Тепляков, к.б.н. О. І. Левчик, к.г.-м.н. Г. Ф. Бусел);

— в Азово-Чорноморському регіоні встановлено просторовий зв'язок покладів ВВ з ГФДС, який свідчить про вторинну природу покладів ВВ. Зв'язок носить закономірний характер і може бути використаний як нафтогазопозуковий критерій як в Азово-Чорноморському регіоні, так і в Дніпровсько-Донецькій западині, Передкарпатському прогині та інших нафтогазоносних територіях;

— в Азовському морі на основі вчення про геофлюїодинамічні структури і уявлень про вторинну природу промислових скупчень ВВ за даними аерокосмогеологічних досліджень виявлено велику



серію ГФДС, перспективних на виявлення промислових скупчень ВВ. Два роки по тому в зоні впливу в одній з них виявлені Північно-Казантипське і Східно-Казантипське промислові скупчення ВВ. Цей факт підтверджує правомірність використання зв'язку покладів ВВ з ГФДС як нафтопошукового критерію (к.г.-м.н. В. М. Перерва).

Розробка зазначених супутникових технологій прогнозу покладів ВВ на шельфі і суші є основним предметом досліджень відділу на даний момент і направлена на вирішення паливно-енергетичної проблеми України за рахунок розвитку власної мінерально-сировинної бази.

*Перспективи розвитку досліджень у відділі пов'язані з підвищенням рівня завдань, які вирішуються за такими напрямками:*

— подальше вивчення механізму формування корисного сигналу на аерокосмозображеннях над родовищами корисних копалин на основі вчення про геофлюїдодинамічні структури літосфери і пов'язані з ними процеси;

— удосконалення супутникової технології прогнозу покладів ВВ на суші, спрямоване на підвищення ролі супутникової інформації і зниження ролі наземних досліджень, з тенденцією повного виключення останніх з технології прогнозу. Це дозволить значно скоротити строки досліджень на перспективних площах (з 12 місяців до 1—2 місяців), підвищити їхню оперативність, виключити фактор сезонності в дослідженнях;

— до 2005 р. закінчити формування цілісної супутникової технології прогнозу покладів ВВ на шельфі на основі комплексного використання інформації про флюїдодинамічні, неотектонічні, гідрофізичні і геоморфологічні процеси;

— розпочати розробку супутникових технологій прогнозу родовищ рудних корисних копалин, алмазів, термальних вод;

— підвищити рівень комп'ютеризації супутникової технології прогнозу зон розвитку вторинних колекторів, які характеризуються високими фільтраційно-ємнісними властивостями;

— продовжити розвиток вчення про геофлюїдодинамічні структури літосфери, розширити масштаби досліджень від регіонального до загальнопланетарного рівнів і визначити роль вертикальних зон напружено-деформованого стану літосфери і ГФДС у формуванні зон спредингу, трансформних розломів, меж літосферних плит та інше.

Відділ аерокосмічних досліджень в геоекології. Відділ було створено в 1992 р. У відділі працюють один доктор і вісім кандидатів наук, навчаються три аспіранти.

Науковий напрям відділу: розробка наукових основ і методів дистанційних досліджень гідроеко-

логічних процесів для вирішення водоохоронних і водогосподарських завдань з використанням аерокосмічної інформації та системного підходу.

Група наукових співробітників відділу — член-кореспондент НАН України О. Д. Федоровський, кандидати технічних наук В. Г. Якимчук, І. П. Пахомов, О. С. Власенко, науковий співробітник Л. М. Друченко, інженер Л. І. Кепкал — раніше працювали в центральному конструкторському бюро (ЦКБ) заводу «Арсенал», де одержали вагомий досвід в проектуванні та дослідженні авіаційних систем дистанційного зондування Землі. Висока кваліфікація спеціалістів дозволила групі з перших днів роботи в ЦАКДЗ розпочати дослідження у напрямку розробки наукових основ, методології оцінки й оптимізації систем аерокосмічного ДЗЗ в оптичному діапазоні спектру для вирішення природоресурсних, господарських і екологічних задач.

Вперше в Україні авіаційну апаратуру ДЗЗ почали розробляти в кінці шістдесятих років у ЦКБ заводу «Арсенал». У 1958 році Державний оптичний інститут (ДОІ) ім. С. І. Вавілова (м. Ленінград) передав заводу «Арсенал» результати досліджень експериментального макета скануючого тепловізора «Уржум» для створення на його базі авіаційних приладів ДЗЗ. Для забезпечення цих робіт у ЦКБ була організована лабораторія інфрачервоної техніки (1960 р.), а згодом відділ авіаційних дистанційних систем (1964 р.). Керівником цих підрозділів і головним конструктором було призначено О. Д. Федоровського, а науковим керівником М. М. Мірошникова (згодом директор ДОІ, Президент оптичного товариства Росії, академік РАН). У цей період були розроблені і виготовлені перші зразки авіаційних оптико-електронних скануючих тепловізорів: вертолітний варіант «Сура», а пізніше літаковий тепловізор «Гагара». Апаратура призначалася для зондування морських акваторій, виявлення і розпізнавання в нічний час кораблів за їхнім власним випромінюванням в інфрачервоній області спектру. У 1964—1966 р. дослідні зразки успішно пройшли випробування, за результатами яких було прийняте рішення про випуск серійної партії апаратури. Виготовлені серійні зразки прийняті на дослідну експлуатацію в частинах військово-морської авіації. У 1966 р. відділ був значно розширений і перетворений у спеціальне конструкторське бюро (СКБ-2) на чолі з доктором фіз.-мат. наук О. Д. Федоровським. Його заступниками в різний період були Ю. П. Савченко, Л. А. Рипневська, В. М. Рачинський, А. О. Борисюк, В. К. Радін. Одним із відділів СКБ керував нині старший науковий співробітник ЦАКДЗ к.т.н. І. П. Пахомов, керівником групи СКБ був нині старший науковий співробітник ЦАКДЗ к.т.н. В. Г. Якимчук.

У вісімдесяті роки були створені більш досконалі універсальні авіаційні тепловізійні системи ДЗЗ: «Пінгвін», «Спостерігач», ІЧ-пеленгатор «Полюс», спектрофотометр «Риф» і космічна інфрачервона скануюча система ДЗЗ для ШСЗ «Діамант».

Зображення морської поверхні в інфрачервоній області спектра (8—14 мкм), одержане за допомогою тепловізора, наведено на рисунку. На знімку акваторії чітко видно два кораблі і їхні кільватерні сліди.

Створена на заводі «Арсенал» авіаційна тепловізійна апаратура ДЗЗ протягом 1965—1980 рр. використовувалася при проведенні комплексних морських випробувань у різних районах Світового океану. У результаті проведень під керівництвом О. Д. Федоровського досліджень в акваторіях Чорного, Баренцового, Середземного і Японського морів, а також Тихого океану, був отриманий унікальний науковий матеріал, що дозволив виявити нові гідрофізичні явища, що відбуваються на вільній морській поверхні — на межі взаємодії «вода—атмосфера». Вперше експериментально було встановлено і всебічно досліджено умови виникнення на морській поверхні холодного «скін—прошарку». Це явище було використано як інформативна ознака при створенні авіаційних дистанційних систем картографування морської поверхні в інфрачервоній області спектра. У цей же період на основі системного підходу були розроблені наукові основи, алгоритм і програмне забезпечення для БЕСМ-6, які дозволили оцінювати ефективність і моделювати параметри створюваних систем ДЗЗ. Результати цих досліджень були викладені в монографії «Физико-технические основы построения высокочувствительных тепловизоров» (М. М. Мирошников, Е. М. Минеев, А. Д. Федоровський, 1978) і в роботі «Системный подход при проектировании сложной оптической аппаратуры» (Федоровский А. Д. // Оптико-механическая промышленность.—1980.— № 3).

На початку дев'яностих років у відділі фізичної гідромеханіки Інституту гідромеханіки НАН України під керівництвом члена-кореспондента НАН України О. Д. Федоровського були проведені роботи з використання методів ДЗЗ для вирішення водохоронних і водогосподарчих задач. Для цього був використаний авіаційний тепловізор «Вулкан» і спеціально розроблений і виготовлений у СКТБ інституту двоканальний радіометр із робочими спектральними діапазонами 3—5 і 8—13 мкм. У процесі спільних лабораторних і натурних дистанційних досліджень було встановлено взаємозв'язок між просторовими характеристиками температурних полів на морській поверхні та гідродинамічними явищами, що відбуваються на глибинних горизонтах за різноманітних гідрологічних

умов. У результаті було висунуто й обгрунтовано наукову гіпотезу про визначальну роль внутрішніх хвиль у зміні температурних аномалій на вільній морській поверхні. Ці дослідження послужили основою для видання монографій: «Оптические методы в гидромеханике» (А. Д. Федоровский, 1984) і «Процессы переноса в системах газ-жидкость» (А. Д. Федоровский, Е. И. Никифорович, М. А. Приходько, 1988). Фотографія тепловізора «Вулкан» і отримане за його допомогою зображення ставка-охолоджувача Чорнобильської АЕС наведені нижче.

На знімку водойми відтворюється просторовий розподіл температури по поверхні водойми.

В міру прямування від каналізованого скидання до водозабору температура води, що циркулює, за рахунок природного охолодження поступово знижується і зображення водяної поверхні на знімку темнішає. Теплова карта водойми-охолоджувача дозволяє, з одного боку, провести оцінку ефективності роботи водойми, з іншого боку — оцінити енергетичну потужність АЕС і одержати конкретні дані для розрахунків і проектування подібних об'єктів у майбутньому.

Отриманий у СКБ заводу «Арсенал» і Інституті гідромеханіки НАН України досвід робіт із створення і застосування методів і систем ДЗЗ знайшов свій розвиток у відділі аерокосмічних досліджень в геоекології ЦАКДЗ. Проведені у відділі під керівництвом О. Д. Федоровського дослідження спрямовані на створення наукових основ і методик використання космічної інформації для вирішення водогосподарчих і гідроекологічних задач, розробку методології структурно-текстурного аналізу космічних зображень ландшафтних комплексів, створенню на основі системного підходу методик і комп'ютерних програм оцінки ефективності космічних апаратних комплексів природоресурсних супутників Землі.

*Основні результати наукових досліджень відділу:*

На основі системних методів, які забезпечують тематичну інтерпретацію аерокосмічних зображень водно-ландшафтних комплексів за спектральними і текстурними характеристиками оптично активних компонентів водного середовища, розроблені методи виявлення джерел забруднень водного середовища, оцінки якості води та трофічного стану водойм, інвентаризації та контролю гідрофізичної мережі в руслах річок у місцях урбанізації та ін. (Лялько В. І., Федоровський О. Д., Рябоконтенко О. Д. та ін. Використання космічної інформації у вирішенні водогосподарських і водоохоронних завдань // Космічна наука і технологія.—1997.— № 3/4.—С. 40—49; Федоровский А. Д., Сиренко Л. А. Роль космической информации в решении водохозяйственных и гидроэкологических задач //

Гидробиологический журн.—1998.—34, № 4.—С. 3—15).

Створена оригінальна методика і програмне забезпечення оцінки санітарно-екологічного стану і біопродуктивності в прибережних водах — у екотонах «річка—море», «ріка—водоймище» на основі аерокосмічної інформації і системного моделювання. В основу методики покладено взаємозв'язок характеристик конкретного типу екотону з гідрологічними і гідрохімічними параметрами водного середовища (проточністю, рівнем рН, трофічністю, наявністю забруднень та ін.). Визначення типу екотону провадиться за гідрологічними, гідробіологічними, гідрофізичними та іншими ознаками на основі дешифрування космічних знімків, наземних вимірів і системного моделювання. (Федоровский А. Д., Якимчук В. Г., Суханов К. Ю. и др. Оценка экологического состояния водоемов с использованием космической информации // Космічна наука і технологія.—1996.—2, № 5/6.—С. 103—106, Федоровский А. Д. К вопросу дешифрирования космических снимков природных ландшафтов // Космічна наука і технологія.—1999.—5, №. 5/6.—С. 9—15).

Створена імітаційна еколого-економічна модель комплексного водокористування в гідроенергетиці на базі методу системної динаміки та нових принципів обробки аерокосмічної інформації. Проблема комплексної експлуатації водних і біологічних ресурсів водоймищ ГЕС потребує створення науково-обґрунтованої технології контролю і управління розвитком усього гідроенергетичного комплексу. Водоймища гідроелектростанцій України є об'єктами інтенсивного використання в різноманітних областях господарської діяльності: комунальної, промислової, транспортної, сільськогосподарської, рибної, рекреаційної та ін. Вимоги різних споживачів води до кількості та якісних показників водного середовища значно відрізняються між собою, а іноді суперечать інтересам основного споживача — гідроенергетики. Відсутність науково-обґрунтованих методів контролю і управління взаємодією споживачів води, що враховують багато чинників, також не сприяє вирішенню виникаючих проблем. При цьому, як правило, не враховується, що з водними ресурсами тісно пов'язане нормальне функціонування енергетичних систем, причому не тільки ГЕС, але й АЕС, ТЕС, ГАЕС. (Федоровский А. Д., Тимченко И. Е., Сиренко Л. А., Якимчук В. Г. Об эколого-экономической модели комплексного водопользования в гидроэнергетике // Доп. Національної академії наук України.—2001.—№ 1.—С. 140—143).

Вперше в Україні розроблено методику та математичне забезпечення оцінки ефективності параметрів космічних апаратних комплексів та виконання тематичних задач ДЗЗ. Виконано кількісну

оцінку ефективності виконання тематичних задач ДЗЗ та розділів «Науково-прикладної програми використання даних КА «Січ-1М». За узагальнений критерій прийнято «функцію приналежності», яка визначає можливість виконання програми досліджень певним складом апаратури. При цьому частковими критеріями будуть «функції відповідності» — оцінки відповідності параметрів вимірювальної апаратури характеристикам тематичних задач. Виконавши обчислення для всіх задач і апаратних комплексів, можна визначити оптимальний комплекс апаратури для найбільш ефективного вирішення всієї програми ДЗЗ. (Федоровский А. Д., Даргейко Л. Ф., Зубко В. П., Якимчук В. Г. Об оценке эффективности аппаратных комплексов дистанционного зондирования Земли // Доп. Національної академії наук.—2001.—№ 10.—С. 120—124).

Обґрунтовано методику зовнішнього контролю параметрів оптичних систем ДЗЗ, що функціонують на борту космічного апарата (контроль роздільної здатності і функції передачі модуляції (ФПМ) апаратури ДЗЗ з урахуванням впливу атмосфери і факторів польоту супутника). Традиційні методи наземної перевірки розрізнявальної здатності бортової оптичної апаратури засновані на безпосередньому скануванні спеціальних калібрувальних мір, розташованих на земній поверхні. Це пов'язано зі створенням досить складних і дорогих споруд. ФПМ однозначно пов'язана з розподілом освітленості в зображенні межі розділу між контрастними ділянками на космічному знімку (світлим і темним, теплим і холодним). Зображення цієї межі («крайовий слід») було виміряно (фотометровано) безпосередньо на космічному знімку. Результати цих вимірювань у вигляді «пограничної кривої» є основою для наступних розрахунків ФПМ і розрізнявальної здатності оптичної апаратури ДЗЗ. (Федоровский А. Д., Кононов В. И., Суханов К. Ю. Обоснование методики внешнего контроля космической оптической аппаратуры дистанционного зондирования земной поверхности // Космічна наука і технологія.—1997.—№ 3/4.—С. 50—53).

Створена методика і комп'ютерна програма оцінки якості космічних знімків. Досвід дешифрування космічних зображень показує, що не завжди кращий за розрізнявальною здатністю космічний знімок є інформативнішим і забезпечує більшу ймовірність розпізнавання досліджуваних об'єктів. З метою дослідження кореляційних зв'язків значень різноманітних критеріїв оцінки якості космічних знімків (ефективності програм їхньої тематичної обробки) із ймовірністю розпізнавання зображень об'єктів проведено дослідження на основі фізичного і комп'ютерного моделювання. У результаті порівняльного аналізу таких критеріїв, як роздільна



Співробітники Центру аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України (19.04.2002 р.)



На борту літака-лабораторії Центру аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України



Вертоліт із встановленим на ньому тепловізором «Пінгвін» та морська поверхня в ІЧ-області спектру (8—14 мкм)



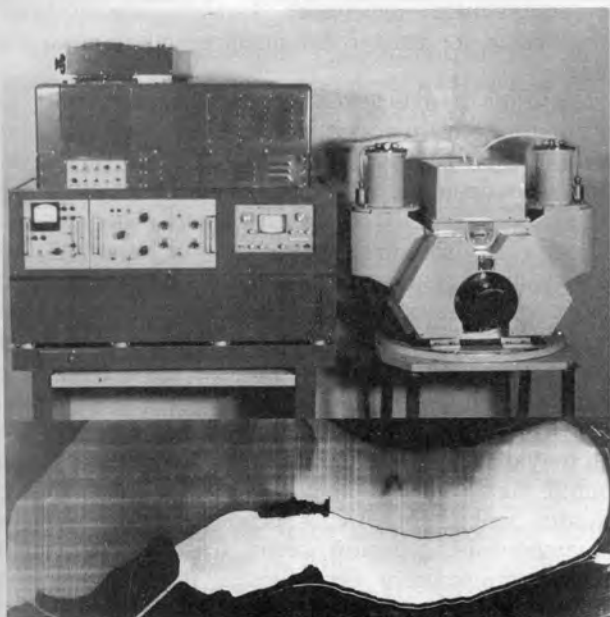
Співробітники Київського відділу ІГРГК на аеровізуальних спостереженнях (Л. П. Ліщенко, В. І. Муравська, С. Н. Решетняк, А. Г. Мичак)



Співробітники Київського відділу ІГРГК на польових дослідженнях в Закавказзі (О. І. Головащук, В. С. Галянт, В. Є. Філіпович, С. О. Пономаренко, В. М. Перерва)



Головнокомандувач Військово-Морського флоту СРСР адмірал С. Г. Горшков з великим інтересом слухає доповідь О. Д. Федоровського



Тепловізор «Вулкан» та знімок ставка—охолоджувача Чорнобильської АЕС, отриманий за його допомогою



Група аерокосмічних досліджень міських та промислових агломерацій. Зліва-направо: В. Є. Філіпович, А. Г. Мичак, Л. П. Ліщенко, Д. О. Тарангул, О. М. Терemenko, Г. В. Приходько, Н. І. Гончаренко, О. І. Кудряшов. Фото 2002 р.



Відділ аерокосмогеологічних досліджень. Зліва-направо: В. І. Самоїленко, А. Й. Недошовенко, О. І. Кудряшов, Л. П. Ліщенко, О. М. Терemenko, А. Г. Мичак, І. М. Горodнянська. Фото 1992 р.



М. С. Шепець (ДКП «Плесо», Постійна комісія з питань техногенно-екологічної безпеки при Київській міській державній адміністрації) та О. М. Терemenko за вирішенням геоecологічних проблем столиці

здатність, відношення сигнал/шум у просторово-частотній області спектру, логарифмічна форма відношення сигнал/шум, критеріїв, сформованих на основі функції передачі модуляції, та ін. Виявлено, що найбільшою мірою корелюючим із ймовірністю розпізнавання об'єктів є логарифмічна форма відношення сигнал/шум. Цей критерій можна використовувати для оцінки якості космічних знімків. (Федоровський А. Д., Суханов К. Ю., Якимчук В. Г. К вопросу оценки космических снимков для дешифрирования природных ландшафтов // Космічна наука і технологія.—1999.—5, № 1.—С. 24—31).

Перспективними у відділі аерокосмічних досліджень у геокології є такі напрямки:

1. Розробка методик і комп'ютерних програм формування й оцінки ефективності аерокосмічних апаратурних комплексів ДЗЗ на основі системного підходу.

Завдання полягає в аналізі основних характеристик існуючих і проєктованих приладів дистанційного зондування Землі для наступного синтезу комплексу апаратури, сукупність параметрів якого забезпечить виконання тематичних задач космічної програми ДЗЗ із найбільшою ймовірністю. Розв'язання цієї задачі пов'язано з розробкою методології синтезу й аналізу складу апаратурних комплексів (АК), а також із формуванням критеріїв оцінки їхньої ефективності. Ці питання є центральними, і дотепер остаточно не вирішені. Синтез АК може бути виконано на основі алгоритмів векторної оптимізації за критеріями інформативності, продуктивності й оперативності. Кожний із параметрів АК, що є складовою частиною вектора стану, являє собою елемент системи, який відповідає її цільовим засадам. Відомі методи синтезу основних параметрів АК, що мають за основу алгоритми випадкового пошуку, цілочислового лінійного програмування, динамічного програмування, відсікання безперспективних варіантів та ін.

Перспективною вважається розробка методології вирішення вказаних задач на основі системного підходу, що забезпечить проведення досліджень на різноманітних рівнях абстрактного опису: лінгвістичному, логіко-математичному, інформаційному й евристичному. Це дозволить визначити цільові засади й основний набір елементів, із яких повинний бути сформований АК; забезпечить розробку критеріїв підбору найраціональніших цільових засад; визначить послідовність операцій, що ведуть до досягнення цілей з можливістю їхнього коригування. Поряд із критерієм ефективності (якості функціонування АК) беруться до уваги і критерії, що характеризують такі властивості АК, як надійність, маса, габарити, перешкодозахищеність, енергетичні витрати, вартість та ін.

2. Розробка методик і комп'ютерних програм

дешифрування космічних знімків ландшафтних комплексів на основі ландшафтно-системного підходу.

Космічне ландшафтознавство є одним із наукових напрямків, що активно сприяють дослідженню і вирішенню різноманітних природогосподарських і природоохоронних задач. Вивчення і класифікація ландшафтних комплексів (ЛК) необхідні для проведення геофізичного районування території, обґрунтування різноманітних організаційно-господарських і технічних заходів, пов'язаних із землекористуванням, сільським господарством, задачами лісового і водного господарства, міським і гідротехнічним будівництвом. На відміну від традиційних методів дешифрування космічних знімків, що використовують спектральні ознаки, існує принципово інший підхід до дешифрування і класифікації космічних зображень ЛК, в основу якого покладено ландшафтно-системний метод. Суть його полягає в аналізі природного середовища на різноманітних рівнях абстрактного опису з урахуванням ієрархії і пріоритетів у природній системі. При морфолого-генетичному принципі класифікації ЛК останні мають усі риси, що властиві ієрархічним системам. Поняттями більш низького таксонометричного рангу виступають: місцевості, урочища, для урочищ — фації. За сукупністю ознак, що впевнено дешифруються на аерокосмічних знімках, оцінюються основні геоекологічні характеристики досліджуваних регіонів, і на цій основі непрямыми методами виявляються ті геоекологічні процеси і явища, що не піддаються прямому дешифруванню. Такими є рівень ґрунтових вод, зони інтенсивного накопичення забруднень, ділянки можливого підтоплення. Для водного середовища, переважно в зонах екотонів типу «ріка—водоймище», «ріка—море» і на мілководних ділянках «ріка—берег» за типом ЛК можна оцінити якість води, біопродуктивність, стан нерестищ та ін.

Крім того, для майбутніх космічних систем важливим є питання розподілу інформації для обробки між бортовими і наземними засобами. Шляхом підвищення рівня обробки на борту КА і передачі інформації безпосередньо споживачу мінімізуються вимоги до ресурсів радіозв'язку й економляться кошти.

У зв'язку з цим перспективною є розробка методів і програм автоматизації обробки КС ЛК, у тому числі на борту КА на основі ландшафтно-системного підходу з використанням структурно-текстурних інформативних ознак. При цьому залучаються такі методи обробки КС ЛК: просторово-частотний аналіз, марківські моделі зображень, фрактальна геометрія, теорія нейронних сіток та ін. Результат досліджень — створення програмного продукту, що узагальнює розроблені найбільше

ефективні методи і програми дешифрування КС ЛК (CASRE-Imagine).

3. Розробка методик і комп'ютерних програм оцінки та імітаційної моделі функціонування системи ДЗЗ на основі методу системної динаміки й АВС-технології.

Для успішного функціонування систем ДЗЗ з одним або кількома КА необхідні такі інформаційні технології, що дозволяють послідовно приймати раціональні рішення щодо експлуатації і розвитку системи і при цьому коригувати неминучі помилки керування. У ряді випадків імітаційне моделювання може бути єдиним засобом визначити кількісну характеристику системи. Тому одержання прогностичних сценаріїв функціонування системи ДЗЗ актуальне і має важливе значення для забезпечення вирішення тематичних задач ДЗЗ.

Перспективною є розробка методології побудови імітаційної моделі системи ДЗЗ, на основі методу системної динаміки й АВС-технології керування складними системами. Суть АВС-технології (адаптивного балансу впливів) полягає в тому, що досліджувана система формується з окремих модулів, кожний із яких знаходиться в стані динамічної рівноваги. Останнє підтримується функціями впливу, що зв'язують між собою модулі системи. Тому усередині системи зберігається режим динамічного балансу впливів.

Імітаційна модель повинна бути достатньо простою для виконання багатократних «прогонів», щоб забезпечити збір статистичних даних і досліджувати різноманітні можливі ситуації.

**Група аерокосмічних досліджень міських та промислових агломерацій.** Історія заснування групи аерокосмічних досліджень міських та промислових агломерацій України бере свій початок з часу заснування ЦАКДЗ ІГН НАН України. 1992 р. в структурі Центру було засновано відділ аерокосмо-геоекологічних досліджень. Основний напрямок роботи колективу було вивчення екологічного стану довкілля, на основі використання матеріалів дистанційних зйомок, а також розробка методичних основ складання карт для завдань екологічного моніторингу.

Відділ у складі восьми співробітників очолив кандидат геологічних наук Анатолій Йосипович Недошовенко — вчений з широким світоглядом, який займався фундаментальними проблемами нафтогазової геології, тектоніки, екології, дистанційними дослідженнями Землі. Він — автор більше 100 наукових праць; співавтор восьми монографій. У розквіті творчих сил 1998 р. А. Й. Недошовенко пішов із життя.

У відділі спочатку працювали: наукові співробітники Мичак Антон Григорович, Теремченко

Олександр Миколайович, Кудряшов Олександр Іванович, Ліщенко Людмила Павлівна; інженери Самойленко Віра Іванівна, Городянська Ірина Олександрівна та Гончаренко Ніна Іванівна. Усі вони були фахівцями реорганізованого на той час Київського науково-дослідного інституту космоаерометодів, мали чималий досвід аерокосмічних досліджень нафтогазоносних територій України та колишнього СРСР.

Першою науковою розробкою колективу була тема «Вивчення геологічних умов, впливу техногенних факторів на навколишнє середовище та методика складання карт для завдань аерокосмічного моніторингу». Використовуючи матеріали аерокосмічних зйомок, співробітники досліджували зміни природного середовища під впливом техногенезу. За результатами проведених досліджень запропонована методика складання карт геоекологічного змісту для завдань аерокосмічного моніторингу, розроблена знакова система для карт різних масштабів та регіонів України. Виконуючи цю тематику, відділ налагодив творчу співпрацю з багатьма державними установами та організаціями, зацікавленими у використанні матеріалів дистанційних зйомок (МДЗ) при тематичних дослідженнях.

У 1996 р. відділ поповнився с.н.с. Дмитром Олександровичем Тарангулом.

1997 року в ЦАКДЗ було введено новий штатний розклад, і колектив в якості групи увійшов у склад відділу аерокосмічних досліджень в геоекології, який очолив член-кореспондент НАН України А. Д. Федоровський.

Починаючи з 1998 р., керівництво науково-дослідною роботою групи здійснює с.н.с., к.г.н. А. Г. Мичак. Тематика досліджень колективу спрямовується на комплексне вивчення змін природного середовища України, які відбуваються під впливом техногенних факторів. Розробляється теорія та методика використання матеріалів аеро- та космозйомок у вузьких діапазонах електромагнітного спектру для вирішення геоекологічних завдань. З 2000 р. група виконує дослідження за темою «Розробка методичних основ оцінки техногенного навантаження ландшафтів міських територій України на основі даних аерокосмічних зйомок». Співробітники розробляють методику вивчення міських та гірничовидобувних природно-техногенних систем з використанням комп'ютерних технологій на прикладі міст Києва, Запоріжжя, Херсона, Борислава та Нікопольського промислового району.

У 2000 р. науковий потенціал групи підсилює с.н.с., к.г.н. Володимир Євгенович Філіпович, який очолив новий напрямок досліджень, пов'язаний із геохімічними аспектами забруднення навколишнього середовища.



Сьогодні група займається вивченням геоecологічної інформативності МДЗ, розробляє та удосконалює методику оцінки техногенного навантаження на міські ландшафти на основі тематичного дешифрування аерокосмічних зображень з використанням ГС-технологій; досліджує геохімічні аспекти забруднення навколишнього середовища, використовуючи дистанційні дані у комплексі з наземними дослідженнями.

Поряд з державною тематикою співробітники групи постійно проводять науково-практичні договірні дослідження.

Тривалий час (до 1996 р.) с.н.с. А. Г. Мичак та н.с. О. І. Кудряшов проводили договірні роботи з вивчення глибинної будови Українських Карпат та Передкарпатського прогину з метою пошуків пасок вуглеводнів на основі матеріалів дистанційних зйомок.

Ці дослідження показали, що застосування аерокосмогеологічних методів дозволяє отримувати суттєвий приріст нової геологічної інформації, виявляти раніше не відомі тектонічні елементи — тектонічні порушення, кільцеві структури, які контролюють нафтогазові родовища. Дістали подальший розвиток методичні прийоми аерокосмогеологічних досліджень (АКГД) в умовах Карпатської нафтогазоносною провінції, які забезпечують прогнозування нових нафтоперспективних об'єктів.

Починаючи з 2000 р. співробітники групи А. Г. Мичак, О. І. Кудряшов, В. Є. Філіпович, Л. П. Ліщенко проводять дослідження забруднення приземного шару атмосфери газоподібними вуглеводнями території м. Борислава Львівської області, що виникла внаслідок довготривалого видобутку нафти на газу в цьому регіоні. Роботи проводяться на основі комплексного використання матеріалів аерокосмічних зйомок, отриманих у вузьких діапазонах електромагнітного спектру, а також наземних геохімічних вимірів.

За результатами досліджень створено ГС м. Борислава.

Під керівництвом с.н.с. Д. О. Тарангула протягом 1992—1996 рр. проводились АКГД у північній бортовій та прибортовій частинах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Роботи велись на недостатньо вивчених традиційними методами площах на стадії виявлення пошукових нафтогазоперспективних об'єктів і підготовки до глибокого буріння.

Закартографовано більше ніж 30 локальних структурних форм різного ступеня перспективності. Виявлені аерокосмогеологічні об'єкти забезпечили виробничникам цілеспрямоване планування, організацію та проведення сейсмозвідувальних та газобіохімічних робіт в Охтирському нафтогазопромисловому районі. В межах контурів багатьох ло-

кальних об'єктів геолого-геофізичними методами відкриті малоамплітудні глибинні локальні структури у кристалічних та осадочних породах.

Госпдоговірні роботи, пов'язані з геоecологічними дослідженнями Київської та Херсонської міських агломерацій, з 1992 р. очолює н.с. О. М. Терemenko. Ці дослідження носять комплексний характер, і до їхнього виконання, поряд з фахівцями групи, залучені співробітники інших підрозділів Центру — О. Д. Рябоконтенко, Я. Л. Кудряшова, Л. Д. Вульфсон. В результаті досліджень з використанням матеріалів дистанційних зйомок створено серію карт: «Київ. Навколишнє середовище» масштабу 1:50000. На 14 картах відображено стан і розвиток складових екосистем міста. Матеріали досліджень використані Київською держадміністрацією при складанні довгострокової Програми соціально-економічного та культурного розвитку Києва. Подібного науково-впроваджувального напрямку виконано роботи і на територію м. Херсона. Створені геоecологічні карти міста у масштабах 1:25000 і 1:10000 широко використовуються природоохоронними установами м. Херсона.

В даний період важливого значення набули роботи оцінки стану та прогнозування небезпечних геологічних процесів в межах м. Києва, де ефективно використовується розроблений у ЦАКДЗ НВЧ-воломір. Зазначені дослідження ведуться спільно з Державним комунальним підприємством «Плесо» Київської міської держадміністрації.

Поряд з геоecологічними дослідженнями з 2001 р. за рахунок госпдоговірних робіт у групі розвивається геолого-пошукова тематика. Очолює цей напрям с.н.с., к.г.н. В. Є. Філіпович. Це насамперед розробка методики оцінювання перспектив території північно-західних регіонів України з метою пошуків родовищ самородної міді на основі комплексної інтерпретації матеріалів аерокосмічних та геолого-геофізичних зйомок. Іншим напрямком пошукових робіт є вивчення можливостей застосування матеріалів аерокосмічних зйомок при вивченні алмазності південно-західної частини Українського щита. Роботи мають тісний зв'язок з виробничими підприємствами ДРГП «Північгеологія», провідні спеціалісти якого беруть участь разом з колективом групи на стадії комплексної інтерпретації аерокосмічних та геолого-геофізичних досліджень.

Сьогодні у колективі працює три старших наукових співробітники (два кандидати геологічних наук і один кандидат географічних наук), три наукових співробітники (здобувачі ступенів кандидатів наук), провідні інженери та інженери 1-2-ї категорії, загалом 10 співробітників.

**А. Г. Мичак** розпочав свою діяльність в Центрі аерокосмічних досліджень у 1979 р. після закінчення географічного факультету Львівського університету. За період роботи обіймав посади молодшого наукового співробітника, начальника Карпатського загону, наукового співробітника, а з 1990 р. — старшого наукового співробітника. У 1979—1981 рр. брав участь в розробці методичних рекомендацій для проведення аерокосмогеологічних досліджень при нафтопошукових роботах у ДДЗ та у Передкарпатському прогині. Займався розробкою автоматизованих методів навчання для слухачів курсів підвищення кваліфікації геологів-нафтовиків. З 1981 по 1997 рр. був відповідальним виконавцем низки тем, зв'язаних з проведенням регіональних та детальних аерокосмогеологічних досліджень в межах Карпатської нафтогазоносною провінції, метою яких було виявлення перспективних ділянок для пошуків нафтогазових родовищ. Результати досліджень склали основу його кандидатської дисертації, яку А. Г. Мичак захистив у 1998 р. і отримав науковий ступінь кандидата геологічних наук зі спеціальності «дистанційні аерокосмічні дослідження». А. Г. Мичак зараз займається геоекологічними дослідженнями міських агломерацій та промислових територій України на основі даних дистанційних зйомок.

**О. М. Теремко** закінчив географічний факультет, кафедру геодезії та картографії Київського університету ім. Т. Г. Шевченка в 1973 р. Перейшов на роботу до Центру в 1978 р. зі значним досвідом редакційно-картографічних робіт, який отримав в НВП «Картографія». В 1978—1983 рр. брав участь в розробці методичних рекомендацій з використання багатозональних космічних знімків при геологорозвідувальних роботах на нафту і газ. Здійснював керівництво науково-дослідним загоном при аерокосмогеологічних дослідженнях в Причорноморській і Тимано-Печорській нафтогазоносних провінціях. О. М. Теремко працював у складі авторських колективів при розробці на виданні «Структурно-тектонической карты Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции» 1:1 000 000 (1979 р.) і «Тектонической карты нефтегазоносных областей юго-запада СССР» 1:500 000 (1987 р.). Брав участь в організації курсів підвищення кваліфікації геологів-нафтовиків. З 1990 р. обіймає посаду наукового співробітника. Основним напрямком наукової роботи О. М. Теремко є геоекологічні дослідження та оцінка техногенного навантаження на урбанізованих територіях з залученням сучасних мультиспектральних дистанційних зйомок.

**О. І. Кудряшов** у 1979 р. здобув освіту на геологічному факультеті Київського університету за фахом «геологічна зйомка та пошуки родовищ корисних копалин». Того ж року почав працювати у ЦАКДЗ ІГН НАН України — спочатку молодшим науковим співробітником, згодом обійняв посаду геолога, старшого геолога, а з 1991 р. — наукового співробітника. Займався регіональними та детальними аерокосмогеологічними дослідженнями Передкарпатського прогину та Скибових Карпат з метою виділення перспективних площ для постановки нафтогазопошукових робіт і не покинув цю справу досі у якості пошуковця наукового ступеня. О. І. Кудряшов займається створенням ПС геоекології міських агломерацій.

**Л. П. Ліщенко** — випускниця географічного факультету Київського університету 1976 р., фізик-географ, ландшафтознавець. Прийшла працювати в лабораторію аерометодів ще в 1974 р. студенткою. Досвіду набиралась в Київському відділі ПГРГК, у неї були хороші вчителі — В. І. Грідін, В. Б. Строева, З. М. Товстюк, Є. Ф. Волонгевич, М. І. Жиловський. Їм вона завдячує своїм практичним знанням та професіональному рівню. У свій час брала участь в науково-практичних та науково-методичних напрямках нафтопошукових досліджень регіонах — ДДЗ, Західному Сибіру, Казахстані, Прикаспії, впроваджуючи геоіндикаційний, ландшафтно-індикаційний підходи при дистанційних дослідженнях. Отримала чималий досвід польових наземних та аеровізуальних спостережень на Україні та Казахстані, передавала ці знання протягом багатьох років на курсах підвищення кваліфікації, що проводив Міннафтопром. На територію Тенгіза (Казахстан) Л. П. Ліщенко вперше склала геоекологічну карту

нафтопромислу. Займалась дешифруванням матеріалів аерокосмічних зйомок території вуглепромислових районів Луганської області з метою визначення швидкості змін техногенних процесів. Основним напрямком нинішніх досліджень є вивчення екзогенних процесів та техногенного навантаження за матеріалами дистанційних зйомок. Спеціалізується по вивченню змін геоекологічного стану ландшафтних комплексів гірничопромислових районів Придніпров'я, зокрема Нікопольського марганцево-вододобувного району, що є предметом її дисертаційної роботи.

**Д. О. Тарангул** закінчив географічний факультет Львівського державного університету в 1979 р. по спеціальності «геоморфологія». За період трудової діяльності з 1979 р. по травень 1990 р. працював на посадах інженера, геоморфолога, молодшого наукового співробітника, начальника загону, наукового співробітника. З червня 1990 р. виконує обов'язки старшого наукового співробітника. Протягом багатьох років Д. О. Тарангул займався детальними аерокосмогеологічними дослідженнями, які використовуються на пошуковому етапі геологорозвідувальних робіт на нафту і газ в межах ДДЗ. Виконував госпдоговірну та держбюджетну тематику, був відповідальним керівником і основним автором звітів з науково-дослідних робіт. За впровадження аерокосмічних методів при виявленні і підготовці структур до буріння нагороджений бронзовою медаллю ВДНГ. Д. О. Тарангул на основі багаторічних досліджень захистив дисертаційну роботу «Великомасштабне аерокосмічне картографування території з метою пошуку нафти і газу (теорія і практика робіт в Україні)». У ній розроблено теоретичні та методичні засади тематичного великомасштабного аерокосмічного картографування локальних пасток вуглеводнів з використанням дистанційних методів досліджень. Тепер займається відпрацюванням способів тематичного дешифрування матеріалів ДДЗ для вивчення техногенного навантаження ландшафтів міських територій України та обробкою аерокосмічних матеріалів для вивчення ландшафтних ознак магматичних утворень південно-західній частині Українського кристалічного щита.

**В. Є. Філіпович** працює в ЦАКДЗ з 1979 р. після закінчення географічного факультету Київського університету ім. Т. Шевченка за спеціальністю «геоморфологія». Обіймав посади: інженера, геолога, старшого геолога, начальника загону, с.н.с., завідувача лабораторії. З 1979 по 1992 рр. займався розробкою методики застосування і впровадження аерокосмогеологічних досліджень у практику нафтогазопошукових робіт у різних регіонах колишнього СРСР, зокрема у Білорусії (1979—1980 рр.), на Волино-Поділлі (1981 р.), в Українських Карпатах (1982 р.), у Закавказзі (1983—1990 рр.), Передкавказзі (1991—1992 рр.), Західному Сибіру (1990—1992 рр.). В. Є. Філіпович є співавтором піонерської методики детальних АКГД у Східній Грузії, 20 паспортів на локальні нафтогазопошукові об'єкти, які були підтверджені матеріалами геолого-геофізичних робіт. За результатами досліджень, в яких брав участь В. Є. Філіпович, відкрито газоконденсатне родовище Західне Руставі. З 1992 по 2000 рр. у якості відповідального виконавця займався розробкою методології аерокосмогеологічних досліджень при вивченні нафтогазоносних територій Азовського та шельфу Чорного морів. Особисто В. Є. Філіпович розробив метод оцінки рівня інформативності космічних зображень, отриманих у видимому діапазоні, в залежності від гідрофізичних характеристик морських вод, кліматичних чинників, літології донних відкладів та ін., які впливають на формування корисного сигналу. Разом з колективом відділу під керівництвом В. М. Перерви створена геодинамічна модель Азово-Чорноморського регіону та передані рекомендації на постановку геолого-пошукових робіт. Особливу увагу В. Є. Філіпович приділяє розробці наукових основ методики комплексування атмогеохімічних (газорутних) і аерокосмогеологічних досліджень з метою підвищення оптимізації нафтогазопошукових робіт. Результати цих багаторічних досліджень дозволили йому захистити дисертаційну роботу за спеціальністю «дистанційні аерокосмічні дослідження.»

В цілому науковцями групи опубліковано понад 100 наукових робіт, вони є авторами понад 50 звітів з науково-дослідної та виробничої тематики.

**Військово-науковий компонент історії ЦАКДЗ.** Як відомо, однією зі складових при створенні Центру аерокосмічних досліджень Землі у 1992 році був Київський відділ Інституту геології та розробки горючих копалин Міністерства нафтової промисловості СРСР. Саме тут у 1985—1991 рр. активно здійснювалися науково-практичні дослідження у галузі пошуку нафтогазових родовищ на базі вивчення та інтерпретації аеро- та космічних фотознімків. На той час у відділі були зібрані як відомі фахівці з теоретичних питань обробки зображень, так і фахівці з багаторічним практичним досвідом організації аерозйомки та дешифрування фотознімків. До останніх слід віднести М. А. Теплякова та О. І. Архипова. Полковник запасу, доцент, кандидат технічних наук М. А. Тепляков багато років викладав основи аерозйомки та проводив науково-дослідну роботу у Київському вищому інженерно-авіаційному військовому училищі Військово-Повітряних Сил. Ним, зокрема, вперше в Радянському Союзі у 1955 році було виконано спеціальне дослідження ландшафтів стосовно вибору оптимальних умов аерофотозйомок у зимовий період. Підполковник запасу О. І. Архипов у свої військові роки був начальником аерофотослужби Повітряної армії; діяльність цієї служби забезпечувала командування самою оперативною та точною інформацією щодо місцевості та розташованих на ній об'єктів. Ефективності досліджень сприяло також те, що відділ був дуже добре оснащений найсучаснішою на той час обчислювальною технікою, унікальними оптичними та оптико-механічними приладами отримання, обробки та дешифрування зображень і створення тематичних карт місцевості. Так, тут знаходився і успішно експлуатовався один з перших у Радянському Союзі комплексів автоматизованої обробки зображень на базі ЕОМ СМ-4 та пристрою вводу-виводу зображень ФЕАГ-200, прилад синтезу та дешифрування багатозональних аерофотознімків ПС-4, складна аерофотограмметрична та картографічна апаратура. За допомогою такої матеріально-технічної бази було вирішено багато задач народногосподарського призначення. Але заради повноти картини слід додати, що, коли виникала необхідність, то ця матеріально-технічна база служила і оборонним задачам та завданням підготовки військових фахівців, про що, зокрема, свідчить наведений нижче лист.

З 1980 по 1983 рр. в КВІГРКК працювали доцент, кандидат технічних наук полковник-інженер О. О. Черонков та підполковник-інженер В. М. Черевко.

У перші роки створення Центру аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України сюди прийшов на постійну роботу ще один у минулому військовий науковець — підполковник запасу В. І. Кононов, кандидат технічних наук, доцент, відомий фахівець у галузі оцінки ефективності іконічних систем дистанційного зондування, який досить швидко вийшов на практичні результати та рекомендації, що сьогодні використовується широким колом замовників аерокосмічної іконічної інформації.

З дня створення в Центрі спецради із захисту докторських дисертацій до її складу увійшли начальник кафедри КВІАВУ, доктор технічних наук полковник-інженер Ю. К. Ребрін та доктор технічних наук, заслужений діяч науки і техніки України, полковник-інженер М. О. Попов.

У 1994 р. зразу ж після закінчення КВІАВУ два його випускники, що закінчили з «червоними» дипломами, демобілізувавшись, прийшли працювати в Центр.

У 1992—1993 рр. перед наукою постали нові задачі, які були пов'язані із розробкою й обґрунтуванням технічних вимог до бортової оптико-механічної та радіолокаційної апаратури дистанційного зондування, що розміщувалась на перших вітчизняних авіаційних та космічних платформах. У вирішуванні цих задач активно використовувався досвід військових у минулому науковців, насамперед В. І. Кононова. Експериментальні результати підтверджують коректність зроблених оцінок і правильність наданих концептуальних рекомендацій щодо розвитку та побудови вітчизняних аерокосмічних систем дистанційного зондування Землі.

З розгортанням досліджень у галузі дистанційного зондування Землі гостро постала проблема браку відповідних фахівців, тому виникла об'єктивна потреба організації у Центрі спеціалізованої вченої ради, яка й була створена Наказом ВАК України у 1993 р. Істотний внесок у підготовку наукових кадрів аерокосмічного дистанційного зондування на різних етапах діяльності Центру і функціонування його спеціалізованої вченої ради надали полковники запасу, доктори технічних наук, професори Ю. К. Ребрін, С. О. Покотило, І. І. Заруднев, М. О. Попов, у кожного з котрих за плечима чисельні приклади успішного вирішування як оборонних задач, так й задач народногосподарчих, десятки учнів. Так, не одне покоління військових фахівців та науковців у галузі отримання, обробки та дешифрування інформації опанувало цю науку за підручником Ю. К. Ребріна «Оптико-електронное разведывательное оборудование летательных аппаратов», посібником М. О. Попова і В. Л. Моїсеєва «Фотограмметрическая обработка и дешифрирование аэроснимков». І сьогодні ці видання використовуються у навчальному процесі в Жи-

томирському військовому інституті радіоелектроніки, вищих військових навчальних закладах Російської Федерації.

Існує й інша тенденція, коли штатні співробітники Центру об'єднують, при необхідності, свої зусилля зі спеціалістами Національного космічного агентства України, Міністерства надзвичайних ситуацій України, Міністерства оборони України для вирішення актуальних наукових та прикладних проблем. Так, наприклад, організовано і успішно здійснюється наукове супроводження блоку вітчизняної космічної програми, пов'язаного із запуском штучних космічних супутників Землі серій «Січ» та «Океан»; тут співпрацюють професори В. І. Лялько, О. Д. Федоровський, доцент В. І. Кононов. Другий приклад — спільна робота у проєкті «Сула», який реалізовувався у 1992—1994 рр. за замовленням Міністерства оборони України (наукові керівники проєкту — Ю. К. Ребрін і М. О. Попов, науковий консультант проєкту — В. І. Лялько).

У минулому році, після закінчення служби у Збройних Силах України, до колективу Центру приєднався доктор технічних наук професор М. О. Попов, перу якого належать декілька монографій з питань обробки та автоматизованого дешифрування аерокосмічних зображень, понад 40 патентів та авторських свідоцтв, багато інших наукових праць. Можна очікувати, що його досвід буде сприяти підвищенню якості вирішування завдань, подальшому розгортанню наукових досліджень у Центрі.

#### ПЕРЕДБАЧУВАНЕ МАЙБУТНЄ

Сучасні світові тенденції розвитку космічних технологій свідчать, що поряд із запусками ракет-носіїв, вирішенням навігаційних і телекомунікаційних завдань дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), належить до категорії найбільш пріоритетних напрямів, у рамках якого розв'язуються найактуальніші природоресурсні та природоохоронні задачі. Тому промислово розвинені країни велику увагу приділяють саме ДЗЗ, забезпечуючи відповідне фінансування цих робіт.

Однак як за кордоном (меншою мірою), так і в Україні (суттєво) не завжди широко й оперативно використовуються матеріали космічних зйомок для вирішення зазначених завдань. Відбувається це не лише через брак фінансування, але і через недостатню інформаційну і технічну підготовку потенційного (і досить великого) ринку користувачів.

Зарубіжний досвід показує, що вирішення цієї проблеми може бути знайдено при реалізації державою ряду заходів у рамках відповідної протекціоністсько-освітнянської політики, а саме:

— цільового фінансування розробок нових космічних методик і технологій виконання зйомок та тематичної комп'ютерної інтерпретації одержаних матеріалів;

— створення міжвідомчої багаторівневої системи навчання та підвищення кваліфікації користувачів і розробників стосовно ДЗЗ (в Україні це варто організувати на базі установ НАН України, що мають відповідний досвід та кваліфікацію спеціалістів);

— пайове фінансування (НКАУ, НАН України, відомства та ін.) спільних пілот-проєктів, які виконуються разом вченими і виробничниками з метою навчання останніх та практичної підготовки їх до самостійної роботи;

— створення (або придбання за рубежом) сучасної знімальної та дешифрувально-інтерпретаційної техніки;

— терміновий запуск в експлуатацію в Україні пункту прийому інформації високого розрізнення з вітчизняних та зарубіжних супутників (увійти, якщо це можливо, у кооперацію з іншими розвинутими країнами);

— створення системи оптимальної міжнародної кооперації з метою зменшення витрат на запуски національних супутників при максимальному використанні даних зйомок з космічних апаратів міжнародного співтовариства.

Враховуючи специфіку сучасного економічного стану та ринку споживачів матеріалів ДЗЗ в Україні, а також те, що в Законі «Про космічну діяльність» зазначено, що НКАУ повинно забезпечувати своєю діяльністю державну й економічну безпеку країни, основні концептуальні положення стосовно розвитку ДЗЗ у новій Державній космічній програмі України на 2002—2006 рр. можна сформулювати так.

1. При плануванні та організації робіт з ДЗЗ необхідно дотримуватися такого:

— застосовувати сучасні прилади з високою розрізнявальною здатністю (геометричною і спектральною), використовувати всі можливі діапазони (видимий, інфрачервоний, радіохвильовий) та тонкі фізичні механізми (поляризація, флюоресценція, інтерферометрія та ін.) з метою суттєвого підвищення інформативності зйомок при спільній синергетичній обробці одержаних матеріалів;

— враховувати досвід експлуатації і матеріали зйомок із зарубіжних космічних апаратів (КА);

— особливу увагу приділити проведенню наземних і авіаційних калібрувально-завіркових робіт на унікальних українських полігонах (Чорнобильський, Кримський та ін.), які можуть становити інтерес також і для калібрування матеріалів зарубіжних космічних зйомок, тобто бути внеском України в міжнародну кооперацію ДЗЗ;

— вважати пріоритетним створення сучасного методично-технологічного комплексу комп'ютерної тематичної інтерпретації матеріалів ДЗЗ з залученням матеріалів полігонних калібрувально-завіркових робіт, який не матиме аналогів на світовому рівні;

— терміново ввести до ладу пункт прийому інформації високого розрізнення із супутників.

2. Сьогодні найважливіші і найактуальніші задачі, що можуть ефективно й економічно вирішуватися для України із застосуванням інформації ДЗЗ (крім успішно діючого блока гідрометеорологічних прогнозів), такі: забезпечення роботи космічного блока системи екологічного моніторингу країни й окремих регіонів, прогнозування врожайності сільськогосподарських культур і пожежонебезпечності лісів, пошуки нафтогазових покладів, періодична оцінка стану міських агломерацій (зсуви, підтоплення тощо) та якості земель (в процесі земельної реформи); вивчення сучасних геодинамічних процесів при реструктуризації вугільних шахт та ін.

3. З метою скорочення витрат і термінів вирішення вказаних завдань, а також створення широкого ринку користувачів інформацією ДЗЗ у країні пропонується таке: впровадити: комплексну організаційно-навчальну систему регулярного підвищення кваліфікації користувачів і розробників у напрямку ДЗЗ; створити їхні спільні команди для виконання конкретних проєктів; максимально використовувати матеріали космічних зйомок зарубіжних КА.

В Україні вже настав час, коли починають з'являтися паростки нових наукових і науково-організаційних технологій, окреслюються шляхи, якими і в наших умовах можна, не розгубивши свого досвіду, виконувати те, що ми вмiли і вмiємо, не гірше, ніж це робиться на світовому рівні.

Досвід роботи нашого Центру свiдчить, що в сучасних соціоекономічних умовах для того, щоб знайти свою наукову нішу, продукція якої матиме попит і відносно стабільний та широкий ринок, треба мати порівняно невеликий, але висококваліфікований колектив фахівців фізико-математичного, технічного і природознавчого профілю, які освоїли комп'ютерні технології та іноземні мови. За цих умов можна ефективно перенацілювати такий осередок на оперативне розв'язання актуальних задач, виграючи відповідні вітчизняні і зарубіжні гранти.

Віддача від подібної організації роботи зростає при поєднанні в спільних дослідженнях досвіду фахівців старшої генерації із сучасними знаннями молодого покоління. При цьому варто обов'язково залучати до виконання контрактних робіт спеціалістів відповідних відомств як консультантів і вико-

навців наземної калібровки та завірки матеріалів аерокосмічних зйомок.

Саме подібний підхід дозволив нам виграти ряд вітчизняних і зарубіжних грантів (зокрема у космічних агентств ФРН, Франції, Європи та ін.) та вперше розробити і впровадити у виробництво нові супутникові технології пошуків нафтогазових покладів на шельфі та суходолі, оцінки забруднення територій та акваторій токсикантами (зокрема радіонуклідами Чорнобильської зони), оцінки фітосанітарного стану та пожежонебезпечності лісів, прогнозування врожайності зернових культур, повеней, підтоплення територій та ін.

Ці технології доведені до практичного впровадження в таких відомствах як Міністерство надзвичайних ситуацій України, НАК «Нафтогаз України», ВАТ «Укрнафта», Київська та Херсонська міські адміністрації та ін.

Ми продовжуємо лінію на оволодіння найсучаснішими супутниковими та інформаційними технологіями шляхом як організації вітчизняної системи підвищення кваліфікації науковців, так і їхнього стажування у визнаних світових центрах цього напрямку. Наприклад, у 2000 р. наші співробітники пройшли стажування в інституті ESRIN Європейського космічного агентства, де оволоділи найновішою космічною технологією так званої радарної інтерферометрії, яку вперше в Україні успішно застосували для вирішення актуальної задачі оцінки осідання земної поверхні в Донбасі внаслідок масового закриття вугільних шахт.

Конкретним прикладом реалізації вказаного підходу до організації та координації досліджень у рамках Державної космічної програми України є створення в 2001 р. Атласу «Космос — Україні», в якому наведено результати вирішення за допомогою комп'ютерної інтерпретації космознімків 40 актуальних для України тематичних задач.

#### ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДОСЛІДЖЕНЬ В ЦАКДЗ

Будуть продовжені роботи в рамках Космічної, Енергетичної та Чорнобильської програм з науково-методичного забезпечення створення аерокосмічного блоку Системи екологічного моніторингу України та пошуків нафтогазових покладів на шельфі України. Зокрема, будуть розроблені і впроваджені нові методи і технології для оперативної оцінки екологічного стану та врожайності зернових в межах Київської агломерації, екології водоймищ Дніпра та перспектив нафтогазоносності Чорноморського шельфу України.

Щоб реально збільшити середньорічний ВВП в Україні до 6—7 %, про що йдеться у посланні Президента України, треба насамперед підтримати

ті наукові розробки та технології, які вже довели свою дієвість і потребують оперативного впровадження в практику промисловості та сільського господарства.

Дослідження саме такого напрямку ведуться у ЦАКДЗ ІГН НАН України, де в останні роки, як уже згадувалось, розроблені наукові основи нової супутникової технології пошуків нафтогазових родовищ на суші та в шельфових зонах, що не має аналогів у світі (Постанова Президії НАН України № 187 від 09.06.99 р.). Доведення цієї технології до широкого промислового використання дозволить зберегти до 20 млн грн щорічно внаслідок скорочення кількості розвідувальних свердловин і буде сприяти вирішенню актуальної для України проблеми забезпечення країни власними енергоносіями.

У зв'язку з формуванням основних напрямів роботи Міністерства екології та природних ресурсів відповідно до положень послання Президента України про пріоритетні напрями розвитку держави та враховуючи багаторічний досвід нашого Центру у створенні і впровадженні нових оперативних та економічних супутникових технологій пошуків корисних копалин і оцінки екологічного стану довкілля, ЦАКДЗ пропонує провести загальну тематичну інтерпретацію матеріалів аерокосмічних зйомок (космічні апарати «Landsat» (США), «Spot» (Франція), «Океан-О» (Росія) та ін.) території України та Чорноморського шельфу з нафтогазопшуквою метою.

Досвід ЦАКДЗ свідчить, що при реалізації цієї пропозиції вже через рік досліджень можна запропонувати три-чотири нафтогазоперспективні площі (з імовірністю відкриття на них промислових родовищ близько 80 %), на яких треба відразу розпочати тривимірну детальну сейсмозв'язку та буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин. Фінансування таких робіт, враховуючи купівлю космоснімків, комп'ютерну інтерпретацію і обробку геолого-геофізичних матеріалів, має складати близько 1 млн грн.

Вченими Центру (к.г.м. н. В. М. Перерва, к. фіз.-мат. н. Ю. В. Костюченко та ін.) одержані принципово нові наукові результати з комп'ютерної інтерпретації матеріалів аерокосмічних зйомок у видимому, інфрачервоному та радіохвильовому діапазонах для вирішення актуальних для України завдань пошуку нафтогазових родовищ на суші та в шельфовій зоні.

Теоретичною основою аерокосмічних пошуків нафтогазових покладів є наявність аномалій геофізичних, геодинамічних і біохімічних полів над покладами вуглеводнів, які формують на земній поверхні специфічні особливості ландшафту, зміни спектральних характеристик рослинності, теплово-

го поля та ін. Ці зміни характеристик земної поверхні можуть бути визначені шляхом обробки матеріалів мультиспектральних аерокосмічних зйомок у видимому, інфрачервоному та радіохвильовому діапазонах.

Особливо треба відмітити принципово новий підхід до пошуків нафтогазових родовищ на шельфі на підставі аналізу матеріалів багаторазових космічних зйомок в інфрачервоному (тепловому) діапазоні та виявленню за їхньою допомогою ділянок морської поверхні з відносно зниженою температурою поверхні (в літні періоди). Негативна аномалія температури формується тут внаслідок підймання придонної газованої (холодної) води. Вона насичується газом, який мігрує з нафтогазових покладів. У такий спосіб визначаються площі, перспективні на наявність нафти і газу, в межах яких треба проводити великомасштабні геофізичні роботи та розвідувальне буріння. Це буде сприяти суттєвому прискоренню нафтогазопшуківих робіт і вони стануть дешевшими.

Широке впровадження згаданих технологічних розробок у виробничому режимі вимагає доробки деяких її елементів (створення комплексної комп'ютерної програми тематичної інтерпретації матеріалів дистанційних зйомок і наземних досліджень на основі принципів синергізму, створення фізико-математичних моделей формування корисних спектральних сигналів земних утворень в різних діапазонах та нових нафтогазопшуківих критеріїв на їхній основі та ін.).

Пріоритет наших вчених належним чином оцінено на Міжнародному конгресі з проблем ДЗ Землі, який відбувся у липні 1996 р. у Відні. Насамперед це робота нашого Центру по створенню моніторингу для вивчення впливу аварії Чорнобильської АЕС на навколишнє середовище. Інтерпретуючи за нашою методикою матеріали аерокосмічних спектральних зйомок, визначено ступінь забруднення території на значній площі (канд. геол.-мінер. наук О. І. Сахацький, канд. геол. — мінер. наук А. Я. Ходоровський, канд. фіз.-мат. наук З. М. Шпортьок та ін.). Подібної технології немає в світі.

Для побудови карт радіологічного стану зони впливу аварії на ЧАЕС були використані результати аналізу інтегрального впливу токсикантів на спектральну яскравість рослин. Оптичні властивості рослин вимірювались на багатоспектральних знімках із супутників «Ресурс» (Росія), «Landsat» (США), «Spot» (Франція). Одержані результати дали можливість створити реальну картину зон радіаційного забруднення та за її межами. Просторовий і кількісний розподіл радіонуклідів, відображений на карті, збігався з даними, одержаними в результаті завірочних наземних досліджень.

Зараз гамма-фон формують в основному  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ . Радіоактивність, яка змінюється, дозволяє вносити корективи у деякі види господарської діяльності. Так, об'єднання «Чорнобильліс» планує свою роботу з урахуванням показників інтегрального впливу токсикантів на рослинність та кількісного вмісту радіонуклідів у ґрунті, що відображені на карті екологічного стану зони впливу ЧАЕС, а також використовує матеріали створеної нами карти пожежонебезпечності та фітостану лісових масивів. Такі карти можна будувати і для районів, прилеглих до великих промислових центрів, які впливають на стан довкілля. Значний інтерес ця інформація має для держадміністрацій, комунальних, природоохоронних установ, організацій, які експлуатують водосховища. За допомогою комп'ютерної обробки космічних знімків були отримані кольорові зображення джерел, концентрації та просторового розподілу забруднення Дніпра в районах Києва та Запоріжжя, а також у гирлі р. Самара та Самарської затоки (чл.-кор. НАН України О. Д. Федоровський та ін.).

Використовуючи аерокосмічні зйомки, Центр виконав значний обсяг робіт з ландшафтно-функціонального та екологічного районування Києва, Дніпропетровська, Запоріжжя та Херсона. Визначений їхній екологічний стан, виявлені зони, яким загрожує підтоплення, зсуви, встановлені розломні зони, де побудова великих промислових підприємств і висотних будинків неприпустима. За сприяння держадміністрації вперше були створені та передані для практичного використання техногенні карти Києва та Херсона. Виявили бажання мати такі карти Миколаїв, Вінниця, Полтава, Житомир (канд. фіз.-мат. наук Л. Д. Вульфсон, О. М. Теренко та ін.).

Космічні знімки відіграють значну роль при здійсненні земельної реформи в країні. Зроблені в оптичному, тепловому і радіодіапазонах, вони дозволяють визначити якість землі, вологість ґрунту, рівень підземних вод, наявність ерозії та джерел забруднення.

На жаль, не вдається досягти обов'язкового широкомасштабного залучення цих методів як першочергового економічного і оперативного заходу, зокрема у переліку обов'язкових нафтогазопозукових робіт у виробничих організаціях. Причиною цього є недостатнє розуміння важливості подібного підходу керівництвом тих відомств, які відповідають за стан пошуків нафтогазових енергоносіїв.

Сучасне ДЗЗ у світі — один з трьох пріоритетних

напрямів високоекономічних і оперативних космічних технологій (поряд з телекомунікаціями та навігацією). Ринок матеріалів ДЗЗ складає приблизно 1 млрд дол./рік і щорічно зростає на 15 %. Всі економічно розвинуті країни здійснюють державну підтримку цього важливого для народного господарства напрямку.

Особливості економічного стану України в останні роки, пов'язаного з хронічним недостатнім фінансуванням усіх галузей народного господарства (зокрема тих, що зацікавлені у систематичному одержанні матеріалів аерокосмічних зйомок для свого повноцінного функціонування на сучасному рівні), призвели до певного дисбалансу інтересів між розробниками та користувачами інформації ДЗЗ. Нерідко розробки фахівців з тематичної інтерпретації космознімків для вирішення актуальних природоресурсних та природоохоронних задач не знаходять попиту та зацікавленості з боку тих відомств і організацій, де подібні матеріали могли б принести значну користь Україні, оскільки досвід передових країн Заходу свідчить саме про це.

Для того щоб змінити вказану ситуацію на краще, слід ввести в практику взаємовідносин між розробниками та потенціальними користувачами інформації ДЗЗ в Україні певні організаційно-фінансові передумови. Насамперед необхідно підняти та розширити рівень ознайомлення користувачів з основами сучасних методів вирішення актуальних для їх відомств задач з використанням інформації ДЗЗ. Досягти цього можна шляхом реалізації спільної участі розробників та користувачів в єдиних господарствах (контрактах).

У виділених відомствами коштах на впровадження у себе сучасних аерокосмічних технологій ДЗЗ повинні визначатися певні суми на обґрунтування і проведення наземних калібрувально-завіркових робіт на дослідних тест-ділянках, які мають виконуватись саме спеціалістами відомства-користувача інформації ДЗ. Працюючи таким своєрідним тандемом, пара «розробник—користувач» не лише взаємно навчиться методам один у одного, що корисно у професійному плані, а й допоможе створенню певних традицій для неодмінного використання інформації ДЗ у повсякденній роботі своїх відомств та організацій, а також на перспективу.

Подібний підхід до співпраці розробників і користувачів буде сприяти розширенню впровадження нових аерокосмічних технологій ДЗЗ при вирішенні актуальних для України природоресурсних та природоохоронних задач.