

УДК (55:528.8):061.6(477)

## До 25-річчя від дня заснування Державної установи “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України”

В. І. Лялько \*, М. О. Попов, О. Д. Федоровський, В. Є. Філіпович, С. М. Єсіпович, О. В. Седлерова

ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України”, Київ, Україна

© В. І. Лялько, М. О. Попов, О. Д. Федоровський, В. Є. Філіпович, С. М. Єсіпович, О. В. Седлерова. 2017

ДУ “Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України” (ЦАКДЗ, або Центр) як самостійну юридичну установу було створено в 1992 р. (Постанова Президії АН України від 20.05.1992 р., № 150) на базі відділу тепломасопереносу в земній корі Інституту геологічних наук НАН України та Київського науково-дослідного інституту космоаерометодів колишнього Міністерства нафтової і газової промисловості СРСР та АН СРСР.

Упродовж майже 25 років директором ЦАКДЗ незмінно був один з його засновників, академік НАН України, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України Вадим Іванович Лялько. Сьогодні В. І. Лялько є Почесним директором Центру.

У грудні 2016 р. директором Центру обрано доктора технічних наук, професора, заслуженого діяча науки і техніки М. О. Попова. Вчений секретар — кандидат геологічних наук О. В. Седлерова.

Організаційно ЦАКДЗ складається з п'яти відділів:

1. Енергомасообміну у геосистемах (завідувач — академік НАН України В. І. Лялько).
2. Геоінформаційних технологій у дистанційному зондуванні Землі (ДЗЗ) (завідувач — доктор технічних наук М. О. Попов).
3. Аерокосмічних досліджень у геології (завідувач — доктор геологічних наук С. М. Єсіпович).
4. Системного аналізу (завідувач — член-кореспондент НАН України О. Д. Федоровський).
5. Аерокосмічних досліджень в геоєкології (завідувач — кандидат геологічних наук В. Є. Філіпович).

У складі Центру працює понад 80 співробітників, з них дві третини — науковці, серед яких — академік НАН України, член-кореспондент НАН України, вісім докторів наук, 22 кандидати (геологічних, географічних, фізико-математичних, технічних і біологічних наук), навчається шість аспірантів.

У Центрі розвивається наукова школа “Енергомасообміну в геосистемах”. Досліджуються процеси енергомасообміну в геосистемах та їх вплив на фізико-хімічні та біологічні механізми, які відпові-

дають за формування спектрального відгуку природних об'єктів. Дослідження мають фундаментальний та водночас прикладний характер. Сформовані і плідно працюють наукові групи системного аналізу і геоінформаційних технологій в ДЗЗ.

Головне завдання Центру — проведення фундаментальних та прикладних наукових досліджень Землі дистанційними методами з метою одержання нових наукових знань і практичного впровадження цих знань в інтересах інноваційного розвитку країни та задоволення економічних, соціальних та оборонних потреб.

Основні наукові напрями та завдання Центру такі:

- удосконалення теоретико-методичних основ аерокосмічного моніторингу довкілля, створення і дослідження фізико-математичних моделей генерування, відбиття та розсіювання електромагнітного випромінювання земними утвореннями (рослинність, ґрунт, вода) та антропогенними об'єктами;
- розроблення методів і технологій аерокосмічного моніторингу екологічного стану природного середовища, дистанційного вирішення природо-ресурсних завдань, а також завдань подвійного призначення, спостереження за глобальними змінами у геосфері (пошуки корисних копалин, кліматичні зміни, стан та зміни лісів, опустелювання тощо);
- розроблення методів і технологій аерокосмічного агромоніторингу з оцінюванням стану сільськогосподарських культур та прогнозуванням урожайності, дистанційного спостереження за поновлюваними природними ресурсами (ґрунти, ліси, водойми);
- обґрунтування вимог до технічних засобів ДЗЗ, розроблення методів калібрування бортових сенсорів і валідації супутникових даних і технологій;
- створення вітчизняної нормативно-понятійної бази ДЗЗ з гармонізацією її до відповідних міжнародних норм і стандартів;
- міжнародна кооперація досліджень з ДЗЗ з метою залучення передового зарубіжного досвіду, апаратури і технологій для потреб економіки та охорони навколишнього середовища в Україні.

\* E-mail: casre@casre.kiev.ua

## Основні завдання наукових досліджень Центру:

1. Оцінювання та менеджмент природних ресурсів:

- деталізація геологічної структури територій (вивчення активних екзогенних процесів, виявлення та локалізація активних розломних зон, похованих плікативних структур тощо);
- оцінювання територій і шельфової зони з метою пошуку родовищ нафти та газу;
- оцінювання екологічного стану та космічний моніторинг територій видобування корисних копалин (бурштину, ільменіту, вуглеводнів та ін.);
- визначення вологості ґрунтів та рівня ґрунтових вод, пошук підземних водних резервуарів;
- оцінювання стану та картування лісових угідь.
- розробка дистанційної основи та складання на її підґрунті тематичних карт за Державною програмою “ГДП-200”.

2. Екологічний моніторинг навколишнього середовища:

- оцінювання та прогнозування кліматичних змін і парникового ефекту на підставі даних (ДЗЗ) та полігонних досліджень;
- оцінювання морських акваторій і внутрішніх водоймищ — швидке виявлення розливів нафти і нафтопродуктів на водній поверхні, аналіз еколого-санітарного стану та якості води у водоймищах, виявлення промислових забруднень, контроль розподілу суспендованих речовин, зелених водоростей та ін.;
- оперативний моніторинг паводків, підтоплень, заболочування, пожеж на торфовищах, лісових пожеж та інших природних катаклізмів;
- оцінювання територій, забруднених важкими металами, радіонуклідами, пестицидами та іншими токсичними речовинами;
- вивчення міських агломерацій — динаміка розвитку і забудови міста, антропогенний вплив промисловості на довкілля, оцінювання розвитку “теплових островів” та їх вплив на якість життя.

3. Застосування даних ДЗЗ у сільському господарстві:

- інвентаризація посівів;
- оцінювання стану сільськогосподарських угідь — фенологічні спостереження, забезпеченість посівів добривом, вологою, визначення біомаси та продуктивності;
- прогнозування врожаю;
- аналіз параметрів стану ґрунтів.

4. Обґрунтування складу і характеристик бортових засобів ДЗЗ, оцінювання ефективності ДЗЗ технологій на основі методів системного аналізу:

- обґрунтування складу бортового навантаження супутників ДЗЗ;
- оцінювання ефективності бортових видових технічних засобів ДЗЗ;

- розроблення методів калібрування бортових сенсорів і валідації супутникових даних і технологій;
- системний аналіз ефективності функціонування системи ДЗЗ (з урахуванням космічних апаратів і наземної інфраструктури).

5. Розроблення алгоритмів і програмного забезпечення для створення технологій подвійного використання.

У Центрі розроблені нові ефективні космічні методи й технології для вирішення ряду актуальних для України завдань раціонального природокористування, зокрема для:

- пошуків нафтогазових покладів на суходолі та шельфі, що дозволило майже вдвічі підвищити результативність відповідних робіт. Цю технологію практично апробовано не лише в Україні, але й у Російській Федерації, Туркменистані та Об'єднаних Арабських Еміратах;
- оцінювання стану та врожайності агрокультур;
- аналізу екологічного стану територій і акваторій у режимі моніторингу;
- космічного моніторингу тепловтрат на урбанізованих територіях;
- космічного моніторингу (аудиту) балансу парникових газів.

**Відділ енергомасообміну в геосистемах.** Завідувач відділом — академік НАН України В. І. Лялько. До 1992 р. відділ був підрозділом Інституту геологічних наук НАН України і мав назву “Відділ тепломасопереносу в земній корі”. Його було створено з метою проведення науково-дослідних робіт з вивчення енергомасообміну в геосистемах на основі комп'ютерного моделювання, сучасних супутникових технологій; формування і реалізації єдиної наукової та науково-технічної політики Центру, вирішення актуальних наукових проблем, підвищення його наукового потенціалу. У відділі виконано значний обсяг теоретико-методичних і практичних досліджень: створено моделі процесів формування ресурсів та гідрогеологічних умов охорони підземних вод; розроблено методи розрахунку тепло- і масопереносу в земній корі; обґрунтовано доцільність захоронення токсичних промислових стоків у надра; розроблено критерії геотермічних пошуків корисних копалин, у тому числі підземних вод та вуглеводневої сировини; узагальнено теоретико-методичні засади застосування матеріалів космічного знімання для вирішення актуальних завдань раціонального природокористування, наприклад: пошуків нафтогазових покладів на шельфі, оцінювання фітосанітарного стану та пожежонебезпечності лісів, прогнозування стану й урожайності зернових культур та екологічної ситуації в екосистемах. Розроблено та застосовано нові ефективні методи й технології синергетичної інтерпретації матеріалів сучасних аерокосмічних гіперспектральних знімків. Уперше на основі матеріалів багатоспектраль-

них космічних знімачів експериментально визначено основні балансові складники формування парникового ефекту в межах території України з метою виявлення кількісних показників для обґрунтування виділених нашої державі квот парникових газів відповідно до Кіотського протоколу. Передбачено довготермінові сценарії кліматичних та екологічних змін на регіональному і локальному рівнях. Визначено стратегії адаптації, зокрема у зв'язку з прогнозованою ескалацією природних катастроф.

Грунтуючись на вказаних теоретико-методичних дослідженнях, відділ впровадив багато результатів у вигляді укладених договорів на виконання певних робіт із низкою виробничих організацій, Міністерством екології та природних ресурсів України, Державною службою України з надзвичайних ситуацій, НАК “Нафтогаз України”, з державними адміністраціями Києва, Херсона тощо.

**Відділ геоінформаційних технологій у дистанційному зондуванні Землі.** Завідувач відділом — доктор технічних наук М. О. Попов. Відділ створено у 2004 р. з метою інформаційно-методичного та алгоритмічного забезпечення робіт із ДЗЗ.

Основні напрями досліджень — інформаційно-методичне та алгоритмічне забезпечення робіт із ДЗЗ, а саме: методичне й алгоритмічне забезпечення інтерпретації аерокосмічних зображень; обґрунтування вимог щодо обліку перспективних бортових комплексів ДЗЗ; розроблення методів оцінювання якості та інформаційних властивостей цифрових багато- і гіперспектральних аерокосмічних зображень; опрацювання методології тестування супутникових технологій на основі геоінформаційних технологій і польових полігонних вимірювань; створення вітчизняної понятійно-нормативної бази у галузі ДЗЗ, її вдосконалення і гармонізація з відповідними міжнародними стандартами та нормами.

Учені відділу розробляють теоретико-методичні основи оброблення та аналізу багато- і гіперспектральних аерокосмічних зображень для вирішення різноманітних тематичних завдань ДЗЗ, нові ефективні алгоритми автоматизованої інтерпретації аерокосмічних зображень.

Результати проведених досліджень впроваджуються при вирішенні задач реальної економіки та оборонної тематики.

**Відділ аерокосмічних досліджень у геології.** Завідувач відділом — доктор геологічних наук С. М. Єсіпович. Підрозділ сформовано на базі колишнього Київського відділу Інституту геології і розробки горючих копалин Міністерства нафтової і газової промисловості СРСР (1976 р.). На початку 1992 р. він трансформувався в Інститут космоаерометодів, який у травні 1992 р. увійшов до складу

ЦАКДЗ. Науковий напрям відділу — розроблення методологій вирішення геологічних завдань на базі широкого використання матеріалів аерокосмічних зйомок у комплексі з геолого-геофізичними, геохімічними та іншими даними.

За допомогою матеріалів космічного знімання створено нові технології пошуку покладів вуглеводнів на суходолі та шельфі; апробовано супутникову технологію прогнозування покладів нафти і газу в межах Дніпровсько-Донецької западини, а на окремих її нафтогазоперспективних площах оцінено перспективи нафтогазоносності. Результати апробації демонструють високу достовірність цієї технології і відкривають перспективи для прогнозування нових родовищ вуглеводнів, що дозволить значною мірою вирішити паливно-енергетичну проблему України, використовуючи власну сировинну базу. Застосування зазначеної технології дає змогу підвищити геологічну й економічну ефективність геологорозвідувальних робіт щодо виявлення покладів нафти і газу, збільшити обсяг приросту запасів вуглеводневої сировини на фоні зниження фінансових витрат. За допомогою дистанційних методів розроблено методику аналізу нафтогазового потенціалу шельфу Чорного моря; здійснено рейтингове оцінювання нафтогазоперспективних об'єктів на шельфі, визначено структурно-геоморфологічні та геолого-геофізичні критерії для північно-західного шельфу Чорного та акваторії Азовського морів. Створено модернізований комплекс методів прогнозування нафтогазоперспективних об'єктів Дніпровсько-Донецької западини, який включає регіональний, зональний і детальний рівні, кореляцію поверхневих і глибинних аномалій.

**Відділ системного аналізу.** Завідувач відділом — член-кореспондент НАН України О. Д. Федоровський. Підрозділ створено у 2002 р. з метою проведення науково-дослідних робіт у напрямі наукового обґрунтування і впровадження методів системного аналізу для вирішення геоecологічних і природоресурсних завдань на основі аерокосмічної інформації ДЗЗ.

Основні напрями досліджень — виконання науково-дослідних робіт, передбачених державними і відомчими замовленнями; фундаментальних, пошукових та прикладних науково-дослідних робіт за такими спрямуваннями: розроблення наукових основ системного моделювання процесу одержання інформації космічними системами ДЗЗ, визначення їхньої оптимальної структури, параметрів та ефективності використання; опрацювання системної методології розвитку та підвищення ефективності космічного геомоніторингу для вирішення ресурсних і екологічних завдань природокористування.

У відділі створено наукові основи для моделювання процесу одержання інформації космічними си-

стемами ДЗЗ, визначено їхню оптимальну структуру, параметри та ефективність використання. Сформовано системну методологію розвитку та підвищення ефективності аерокосмічного геомоніторингу для вирішення проблем природокористування в процесі збільшення обсягу виконуваних тематичних завдань (зростання ризику надзвичайних ситуацій, розширення пошуку корисних копалин, аграрний комплекс, сталий розвиток міських агломерацій, якість води та водопостачання, екологічний стан довкілля, оборонний комплекс) та вдосконалення аерокосмічних систем ДЗЗ.

**Відділ аерокосмічних досліджень у геоecології.** Завідувач відділом — кандидат геологічних наук В. Є. Філіпович. Підрозділ було засновано у 1992 р. з метою організації і проведення науково-дослідних робіт у напрямі розроблення теорії та методів використання матеріалів багатоспектрального аеро- і космічного знімання для вирішення геоecологічних проблем. Основними завданнями та функціями відділу є створення нових методів і технологій комп'ютерного оброблення та інтерпретації аерокосмічних зображень для вирішення природоохоронних геоecологічних проблем, розроблення методології екологічного моніторингу в умовах сучасної трансформації урбанізованих територій на основі новітніх супутникових технологій ДЗЗ.

У відділі опрацьовано методичні принципи і технології використання матеріалів дистанційної інформації під час виконання геологознімальних робіт в Україні; запропоновано, на основі використання космічних даних, модернізацію методики оцінки шкоди, нанесеної державі внаслідок нелегального видобування бурштину. На основі дистанційних даних побудовано просторово-часові моделі підтоплення територій ґрунтовими водами в умовах міських агломерацій; за допомогою наземного спектрометрування та використання матеріалів ДЗЗ розроблено методичні прийоми виявлення техногенного забруднення урбанізованих територій важкими металами, а також джерел забруднень водного середовища. Створено методичні основи оцінювання геоecологічного стану промислових центрів (для Нікополя, Борислава, Київ, Кривого Рогу, Запоріжжя, Херсону, Миколаєва, Маріуполя). На основі розробленої геоінформаційної системи (ГІС), використання космічної інформації, аналізу цифрових моделей рельєфу та геолого-геоморфологічних даних дано обґрунтування прогнозу розвитку зсувонебезпечних процесів на окремих ділянках Придніпровської зсувної зони м. Києва. Розроблено методику аналізу теплового поля урбанізованих територій за даними космічної зйомки та наземних термометричних досліджень (на прикладі м. Київ). Розроблено методичні основи застосування космічних даних у тепловому

діапазоні для оцінки і прогнозування реакції міського середовища на зміни клімату. Створено просторово-часові ряди теплового поля м. Київ, що дозволяє у моніторинговому режимі аналізувати динаміку теплового навантаження на місто, визначати ділянки з підвищеним тепловим забрудненням, проведено районування території міста за ступенем комфортності проживання населення та дано рекомендації щодо прийняття управлінських рішень з метою поліпшення містобудівного планування. Розроблено методичні основи застосування космічних і наземних даних у тепловому діапазоні для оцінки тепловтрат у місті по лінії “місто-район-окремі будинки”. Результати проведених робіт стосовно Києва використовують природоохоронні та комунальні структури Київської міської держадміністрації. Розробки відділу з використання дистанційних даних для геології та геоecології впродовж останніх 15 років регулярно впроваджуються у підприємства Державної геологічної служби України.

НАН України та Державне космічне агентство України (ДКАУ) визначили ЦАКДЗ головною організацією з науково-методичного керівництва дослідженнями з ДЗЗ, які виконуються установами НАН України. На базі Центру працюють Наукова рада НАН України з проблеми “Вивчення природних ресурсів дистанційними методами” та спеціалізована рада із захисту докторських і кандидатських дисертацій у галузі технічних та геологічних наук за спеціальністю “Дистанційні аерокосмічні дослідження”. ЦАКДЗ — перша в Україні наукова організація, яка свого часу була прийнята до Європейської асоціації лабораторій дистанційного зондування (EARSeL). Центр плідно співпрацює з Європейським космічним агентством (ESA), а також із космічними агентствами й установами США, Німеччини, Франції, Японії, Угорщини, Польщі, Білорусі, зокрема в межах програм GEOSS-GMES та ін.

У науковому доробку Центру — атласи “Україна з Космосу” та “Космос — Україні”, комп'ютерно дешифровані космознімки українсько-російського космічного апарата “Океан-О”, українського супутника “Січ-1”; підготовлено аналогічні матеріали знімків супутника “Січ-2”, в яких показано можливість їх використання для вирішення актуальних для України природоресурсних і природоохоронних завдань.

Разом із Міжнародним інститутом прикладного системного аналізу (IIASA) та Міжнародною програмою “Партнерські ініціативи в галузі наук про Землю з вивчення Північної Євразії” (NEESPI) у 2010 та 2012 рр. опубліковано російсько- й англomовний варіанти монографії “Зміни земних систем у Східній Європі”, передмову до яких написав президент НАН України академік НАН України Б. Є. Патон.

Центр неодноразово посідав перші місця у Відділенні наук про Землю НАН України за кількістю одержаних патентів.

Упровадження розроблених у ЦАКДЗ новітніх супутникових технологій дозволило провести оцінку врожайності на полях Новобузького, Миколаївського та Новоодеського районів Миколаївської області під врожай 2012 р.; Фастівського району Київської області під урожай 2013 та 2014 рр.; південно-східних районів Київської області під урожай 2015 та 2016 рр. Матеріали передані ДУ “Держгрунтохорона” та ТОВ “Баришівська зернова компанія”.

На основі розроблених технологій космічного геомоніторингу створено комплект цифрових карт (ГІС-технологія) порушених територій Олевського району Житомирської області в результаті нелегального видобування бурштину. Передані матеріали будуть використані Центром екологічної освіти та інформації для проекту ПРООН/ГЕФ “Рекультивація земель, порушених внаслідок незаконного видобування корисних копалин на цінних природних територіях” для моніторингу екологічного стану та рекультивації земель, що зазнали знищення ґрунтово-рослинного шару внаслідок нелегального видобування бурштину.

Казенному підприємству спеціального приладобудування “Арсенал” передано робоче програмне забезпечення для субпіксельної обробки зображень, що отримуються матричною знімальною камерою космічної системи “Січ” (2013 р.), та спеціалізований програмний модуль субпіксельної обробки кадрів поверхні Землі, які формуються сканером дальнього інфрачервоного діапазону (СДІЧ) у 2016 р., який буде використаний для розробки програмного забезпечення для наземної обробки супутникових зображень, що формуються бортовою знімальною апаратурою перспективної супутникової системи ДЗЗ “Січ-2М”.

До Департаменту житлово-комунальної інфраструктури Київської міської державної адміністрації (КМДА) передано базову ГІС для супутникового моніторингу при контролі розвитку зсувонебезпечних процесів на Правобережжі м. Київ. За матеріалами космічних зйомок проведено моніторингові дослідження розвитку зсувів упродовж останнього десятиріччя (2005–2015 рр.). Результати досліджень можуть бути використані при плануванні протизсувних заходів у м. Київ, наповненні муніципальної ГІС, коректуванні містобудівного планування та екологічної політики Київської Держадміністрації.

Результати дослідницької діяльності Центру високо поціновані в Україні. Вченим Центру присуджено Державні премії України в галузі науки і техніки:

- у 2004 р. — В. І. Ляльку (як співавторові) за цикл робіт під назвою “Наукові основи формування ресурсів підземних вод як джерела якісного водопостачання та раціонального господарського водокористування”;
- у 2005 р. — О. Д. Федоровському, М. О. Попову та

О. І. Сахацькому (як співавторам) за цикл робіт під назвою “Розв’язання проблем раціонального природокористування методами аерокосмічного зондування Землі та моделювання геодинамічних процесів”.

- у 2011 р. — С. А. Станкевичу (як співавтору) за цикл наукових праць, присвячених технології дешифрування космоснімків.

Академік НАН України В. І. Лялько, член-кореспондент НАН України О. Д. Федоровський і професор М. О. Попов відзначені почесним званням “Заслужений діяч науки і техніки України”.

Перспективи розвитку наукових досліджень Центру пов’язані зі створенням єдиної теорії ДЗЗ, в основу якої мають бути покладені сучасні уявлення наук про Землю, теорія енергомасообміну в геосистемах, досягнення в теорії систем; удосконалення моделей фізичних процесів, що відбуваються на суходолі та шельфі, у контексті досліджень нафтогазоперспективності територій; розроблення теоретико-методичних підходів, моделей, алгоритмів, демонстраційного програмного забезпечення та пілотних технологій комплексного геоінформаційного аналізу матеріалів аерокосмічних спостережень Землі і наземних даних, а також наукові рекомендації щодо впровадження цих розробок у практику; створення системи глобального та регіонального космічного екологічного моніторингу, зокрема моніторингу екологічного стану урбанізованих територій, аудиторського моніторингу балансу парникових газів для надійного обґрунтування та уточнення їхніх квот для різних країн та оцінювання потенційних можливостей продажу квот, зокрема Україною.

Результати досліджень Центру за 25-річний період його роботи відображені майже в 800 публікаціях у вітчизняних і зарубіжних виданнях, насамперед у 17 монографіях. Найбільш значущі з них такі: “Аэрокосмические методы в геоэкологии”, “Космос — Україні: Атлас дешифрованих знімків території України з КА “Океан” та інших космічних апаратів”, “Інформатизація аерокосмічного землезнавства”, “Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування”, “Изменения земных систем в Восточной Европе”, “Earth Systems Change over Eastern Europe”, “Спутниковые методы поиска полезных ископаемых”, “Парниковий ефект і зміни клімату в Україні: оцінки та наслідки”, навчальний посібник “Аерокосмічні знімальні системи” та науково-методичний посібник “Аерокосмічні дослідження геологічного середовища”.

Робота Центру п’ять разів розглядалась на засіданнях Президії НАН України, кожного разу одержано високі оцінки.

Нині Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі динамічно розвивається, вирішує актуальні наукові та прикладні проблеми, сприяючи тому, щоб

наукові здобутки його співробітників посіли гідне місце у вітчизняній та світовій науці та зробили гідний внесок у вирішення актуальних для України задач реальної економіки та оборони.

Концептуально стратегія розвитку досліджень в ЦАКДЗ ІГН НАН України в перспективі до 2020 р. полягатиме в реалізації (з урахуванням науково-прикладної спеціалізації установи) основних положень розвитку світового суспільства, визначених рішеннями ООН зі сталого безконфліктного розвитку людства шляхом забезпечення його перш за все трьома необхідними складовими життєдіяльності, а саме — продовольством, питною водою та енергоресурсами.

У вирішенні цієї планетарної проблеми суттєву роль відіграватиме розробка сучасних методів та технологій використання матеріалів гіперспектральних прицевих аерокосмічних зйомок та комп'ютерного моделювання процесів енергомасообміну в геосферах Землі з метою розробки рекомендацій для вибору сценаріїв раціонального природокористування в умовах збалансованого соціо-економічного розвитку різних країн при відповідних взаємних гарантіях оборонного характеру та міжнародної безпеки.

### Публікації

1. Космическая информация в геологии / В. Г. Трифонов [и др.]. — М.: Наука, 1983. — 536 с.
2. Лялько В. И. Аэрокосмические методы в геоэкологии / В. И. Лялько, Л. Д. Вульфсон, В. Ю. Жарый. — К.: Наук. думка, 1992. — 206 с.
3. Україна з космосу (Атлас дешифрованих знімків території України з космічних апаратів): 2-ге вид. / за ред. В. І. Лялька, О. Д. Федоровського. — К.: Наук. думка, 1999. — 34 с.
4. Космос — Україні (Атлас дешифрованих знімків території України з КА “Океан” та інших космічних апаратів) / за ред. В. І. Лялька, О. Д. Федоровського. — К.: Наук. думка, 2001. — 106 с.
5. Нові методи в аерокосмічному землезнавстві / за ред. В. І. Лялька. — К.: Наук. думка, 1999. — 262 с.
6. Інформатизація аерокосмічного землезнавства / ред. С. О. Довгий, В. І. Лялько. — К.: Наук. думка, 2001. — 606 с.
7. Словник із дистанційного зондування Землі / під ред. В. І. Лялька, М. О. Попова. — К.: СМП АБЕРС, 2004. — 170 с.
8. Державний стандарт України ДСТУ 4220-2003 “Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни та визначення понять”. — К.: Держспоживстандарт України, 2003. — 18 с.
9. Державний стандарт України ДСТУ 4758:2007 “Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення даних. Терміни та визначення понять”. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 12 с.
10. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / за ред. В. І. Лялька, М. О. Попова. — К.: Наук. думка, 2006. — 358 с.
11. Бурштинська Х. В. Аерокосмічні знімальні системи. Навчальний посібник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич. — Львів: “Львівська політехніка”, 2010. — 292 с.
12. Изменения земных систем в Восточной Европе / Ред. В. И. Лялько. — Киев: ПП “Фолиант”. 2010. — 581 с. (за участю провідних фахівців ключових дослідницьких установ України, країн Європи (Міжнародний інститут прикладного системного аналізу — ПІАСА), а також США (Міжнародна програма з вивчення північної Євразії — NEESPI).
13. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища. Науково-методичний посібник / А. Г. Мичак, В. Є. Філіпович, В. Л. Приходько [та ін.]. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Державна геологічна служба, — К., 2010. — 246 с.
14. Earth Systems Change over Eastern Europe / P. Groisman, V. Lyalko (Eds). — K.: Akademperiodyka, 2012. — 488 p.
15. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / под ред. акад. НАН Украины В. И. Лялько и д-ра техн. наук М. А. Попова. — К.: Карбон-Лтд, 2012. — 436 с.
16. Инфраструктура спутниковых геоинформационных ресурсов и их интеграция: Сб. науч. ст. под ред. д-ра техн. наук М. А. Попова и д-ра техн. наук Е. Б. Кудашева. — К.: ООО Карбон-Сервис, 2013. — 192 с.
17. Парниковый эффект і зміни клімату в Україні: оцінки та наслідки / за ред. В. І. Лялька. — К.: Наук. думка, 2015. — 283 с.

К 25-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ “НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗЕМЛИ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ”

В. И. Лялько, М.А. Попов, А. Д. Федоровский, В. Е. Филипович, С. М. Есипович, О. В. Седлерова

ON THE 25TH ANNIVERSARY FROM THE FOUNDATION OF THE STATE INSTITUTE “SCIENCES CENTER FOR AEROSPACE RESEARCH OF THE EARTH AT THE INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES OF NAS OF UKRAINE”

V. I. Lyalko, M. A. Popov, A. D. Fedorovsky, V. E. Filipovich, S. M. Esipovich, O. V. Sedlerova