

УДК 330.322

Бухун Ю. В.

здобувач кафедри міжнародної економіки,  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут»

## ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ З КОСМОСУ В ІНВЕСТИЦІЙНОМУ ВИМІРІ

*В статті здійснено аналіз стану ДЗЗ в Україні і частково в світі на сьогоднішній день, відображено пріоритетність ДЗЗ згідно Стратегії космічної діяльності України на період до 2022 року та Концепції реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року. Відображено економічну важливість застосування ДЗЗ для різних галузей народного господарства та запропоновано шляхи покращення стану ДЗЗ, зокрема шляхом створення національного сервісу.*

*Ключові слова: ДЗЗ, космічні апарати, сервіси, інноваційні технології, програмне забезпечення, екологія, безпека та оборона.*

**Постановка проблеми.** На сьогодні супутникове спостереження поверхні Землі є важливим інструментом у вивченні тенденцій біосфери у всіх масштабах часу і простору, навіть якщо воно не дозволяє безпосередньо спостерігати всі параметри, такі як висота наземних об'єктів, їх обсяг, вертикальна структура тощо. Для урядів багатьох країн світу дистанційне зондування Землі є важливим засобом попередження екологічних та природних лих, змін у навколишньому середовищі, і, що найважливіше, елементом забезпечення безпеки життя людей. Саме тому, ця сфера космічної галузі є надзвичайно затребуваною і потребує постійного вдосконалення, що несе за собою значні фінансові витрати (інвестиції).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням особливостей дистанційного зондування Землі присвячували свої праці такі провідні науковці, як Гур'єв В. І. [3], Довгий С. О. [1], Зосімович М. В. [4], Зацерковний В. І. [2; 3], Кривоберець С. В. [3], Лялько В. І. [1], Савін І. Ю. [7] та інші. Проте, досліджень інвестиційної складової розвитку ДЗЗ станом на сьогодні, на нашу думку, є недостатньо, що і слугувало мотивом вибору теми статті.

**Формування цілей статті.** Метою даної статті є виявлення особливостей дистанційного зондування Землі в Україні та пошук шляхів збільшення інвестування в дану сферу.

**Виклад основного матеріалу.** Необхідною умовою організації ефективного управління територією є об'єктивна й оперативна інформація про її стан. На сьогодні, вкрай важливими напрямками організації господарювання як на малих територіях (господарства, населені пункти), так і на великих (країна, континент) є відстеження природних, кліматичних, екологічних, оборонних та інших тенденцій на поверхні Землі. Все це зумовлює необхідність оперативного відстеження вказаних факторів з метою вчасного проведення відповідних заходів. Потреба такої новітньої та всебічної інформації сприяла впровадженню методів дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ).

Дистанційне зондуванням Землі – це одержування інформації про поверхню Землі з космосу чи повітря з застосуванням властивостей електромагнітних хвиль, що випромінюються, відбиваються, поглинаються чи розсіюються об'єктами зондування (ДСТУ 4220-2003), і різнобічне використання цієї інформації в різних галузях економіки та господарювання. Технологія ДЗЗ орієнтується на спостереганні земної поверхні з космічного апарату (КА), отримуванні зображень наземних об'єктів і наступному їх аналізу.

Новітні програмні продукти дають змогу для моніторингу стану територій використовувати значну кількість ознак наземних об'єктів, які отримуються за допомогою супутникових знімків. Серед них такі, як спектральні характеристики, текстурні параметри та вегетаційні індекси, які отримуються за допомогою розрахунку математичними методами. Станом на сьогодні розроблено значну кількість алгоритмів опрацювання космічних знімків, створено системи супутникового моніторингу на глобальному рівні.

У порівнянні з наземними та авіаційними методами досліджень Землі космічні знімки забезпечують:

- зниження витрат на одержання вихідної інформації, практично необмежену оглядовість земної поверхні;
- генералізування, тобто узагальнення зображень дрібних масштабів відносно більших, яке здійснюється у зв'язку з призначенням, тематикою вивчення об'єкта зондування;

- можливість оперативного одержання інформації щодо будь-яких територій у тому числі важкодоступних;
- миттєве фіксування інформації щодо величезних територій в однакових фізичних умовах;
- селективність (спектральну, просторову) досліджуваних об'єктів;
- можливість постановки досліджень за дедуктивним принципом, від загального до часткового (у той час, коли традиційні методи вивчення природи основані, переважно, на систематизації та узагальненні часткових спостережень).

Важливою умовою ефективного використання космічної інформації споживачами є надання її у заданий термін. Вимоги щодо оперативності одержання даних визначають параметри орбіти КА, тип сенсора, склад наземних засобів оброблення даних, організаційну схему доведення інформації до споживача.

Дистанційне зондування Землі відбувається за допомогою таких типів ДЗЗ:

- за призначенням – багатоцільові, інформаційно-довідкові, моніторингові, інвентаризаційні;
- за проблемною орієнтацією – екологічні, кадастрові, геологічні, інженерних мереж, надзвичайних ситуацій, навігаційні, транспортні;
- за територіальним охопленням – глобальні, національні, регіональні, локальні, муніципальні, підприємств;
- за способом організації даних – растрові, векторні, растрово-векторні, тривимірні;
- за ступенем доступу до даних – глобальні в мережі Інтернет, корпоративні в мережі Інтернет, персональні (табл. 1).

Таблиця 1

Застосування типів приладів ДЗЗ за класифікаційними ознаками\*

№ з/п	Класифікаційна ознака	Тип ДЗЗ	Застосування
1	За призначенням	Багатоцільові	Охоплюють різні сфери зйомки (екологія, рослинництво, АПК та ін.)
		Інформаційно-довідкові	Для загального (поверхневого) ознайомлення
		Моніторингові	Для моніторингу стану поверхні
		Інвентаризаційні	З детальним позначенням об'єктів
2	За проблемною орієнтацією	Екологічні	Для зйомки екологічного стану території
		Кадастрові	Для зйомки земельних ділянок
		Геологічні	Для зйомки наземного покриття

		Інженерних мереж	Для зйомки об'єктів інженерної інфраструктури (доріг, водогонів, ЛЕП та ін.)
		Надзвичайних ситуацій	Для зйомки виникнення, поширення та запобігання надзвичайних ситуацій
		Навігаційні	Для навігаційних пристроїв
		Транспортні	Для фільмування стану дорожнього руху
3	За територіальним охопленням	Глобальні	Передбачають зйомку всієї поверхні планети
		Національні	Зйомка тільки окремої країни
		Регіональні	Зйомка окремого регіону
		Локальні	Зйомка локального рівня
		Муніципальні	Зйомка окремої територіальної одиниці
	Підприємств	Зйомка лише одного об'єкта (підприємства)	
4	За способом організації даних	Растрові	Для топографічних та вхідних тематичних карт
		Векторні	Для автоматичної, напівавтоматичної й мануальної векторизації знімків
		Растрово-векторні	Поєднання растрових і векторних
		Тривимірні	Для зйомки об'ємного зображення
5	За ступенем доступу до даних	Глобальні в мережі Інтернет	Доступні всім користувачам мережі Інтернет в будь-якій точці планети
		Корпоративні в мережі Інтернет	Доступні лише певній групі користувачів мережі Інтернет
		Персональні	Доступні лише одному користувачу

\*- власна розробка автора

Україна належить до космічних пострадянських держав, яка має 20-літній стаж діяльності з дистанційного зондування Землі, що розпочався у 1995 році. Станом на сьогодні Україна запустила 5 супутників ДЗЗ, проте і до тепер в нашої держави немає власного операційного супутника ДЗЗ. Заплановане на 2015-2020 рр. космічне угруповання супутників ДЗЗ «Січ» включатиме 4 супутники, що дозволить забезпечити перехід від переважно демонстраційного використання даних ДЗЗ до промислового [6].

В нашій державі розвитку ДЗЗ постійно приділялася достатня увага. Завдяки цьому воно переросло у дієву науково-технічну компоненту вітчизняної космічної галузі з власними підприємствами та науково-дослідними установами, осередками приймання, обробки та розповсюдження зібраної інформації, згрупованої в певну інфраструктуру.

На сьогодні в Україні та у загальному світовому угрупованні КА ДЗЗ склалися певні співвідношення між розвідувальними (37%) та цивільними (63%), оптико-електронними (77%) та радіолокаційними (23%) КА (рис. 1).

Протягом останніх років в Україні виконано великий об'єм наукових та науково-практичних досліджень з різних напрямів ДЗЗ. Серед актуальних напрямів проведених досліджень були такі, як екологічний моніторинг довкілля; оперативний моніторинг

повеней, підтоплень, лісових пожеж та інших природних катастроф; оцінка стану трубопроводів; пошуки корисних копалин; оцінка стану сільськогосподарських угідь та прогнозування врожаю; прогнозування змін земних систем та клімату; з використанням космічної інформації тощо. Частина розробок українських фахівців з ДЗЗ запатентована в Державній службі інтелектуальної власності України.

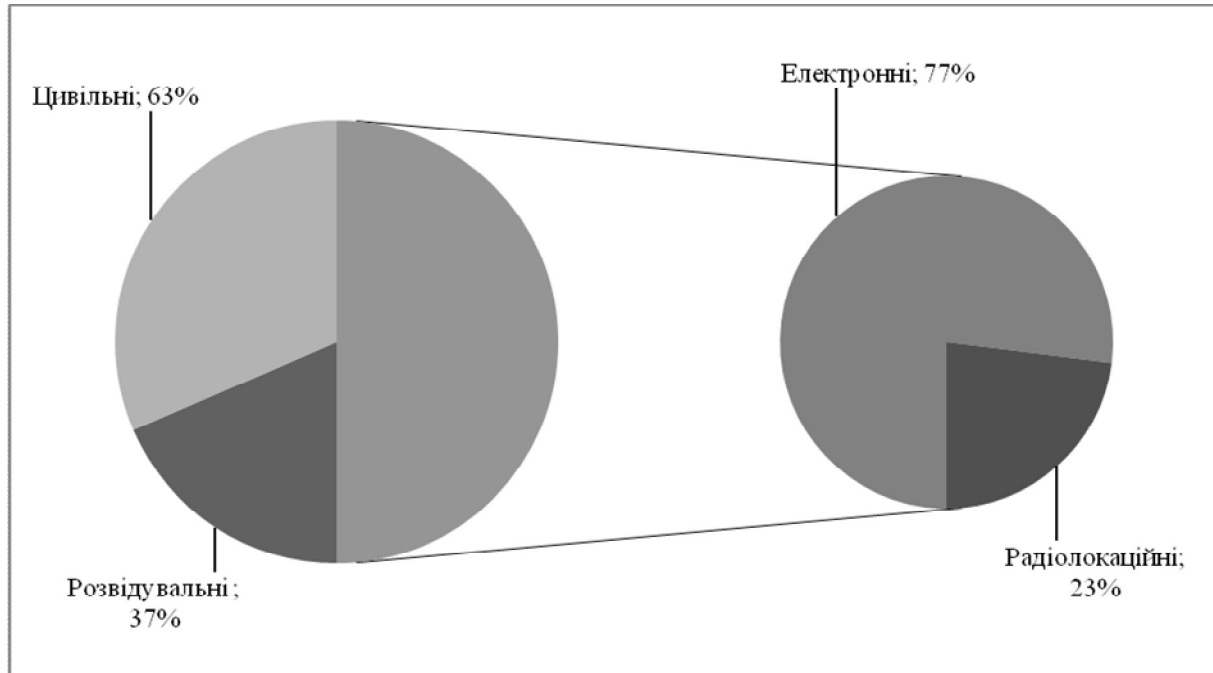


Рис. 1. Співвідношення груп КА ДЗЗ в Україні і світі\*

\*– складено автором на основі [6]

Сьогодні Україна має кваліфікованих фахівців та розвинену промислову і науково-технічну базу в галузі космічних досліджень, проте, на нашу думку, нашій державі бракує єдиної інформаційної системи доступу до даних ДЗЗ як державних органів, так і дрібних підприємств і пересічних громадян.

Натомість, на сьогодні є достатня кількість іноземних програмних продуктів, які дозволяють за допомогою мережі Інтернет зайти в будь-яку точку земної поверхні і побачити її знімок з космосу. Серед найпоширеніших програмних продуктів такі як: сервіс «GoogleEarth», або Google Планета Земля, GoogleMaps, іранський сервіс «BASIP», російський сервіс «Геопортал», безплатний додаток до мобільних пристроїв «Waze», OpenStreetMap, NASAWorldWind, YandexMaps, американський картографічний сервіс «MapQuest» та інші [9].

На нашу думку, створення вище перелічених програмних продуктів зарубіжними компаніями є результатом вкладання інвестицій та інноваційних ідей у ДЗЗ. Проте, в Україні станом на сьогодні немає аналога цим програмам і користувачі

змушені користуватися іноземними програмними продуктами. На нашу думку, покращення такого стану справ в Україні можливе лише за допомогою інвестування в космічну галузь і дистанційне зондування Землі, зокрема.

Згідно з «Стратегією космічної діяльності України на період до 2022 року» [8], затвердженої наказом ДКА від 21.05.2015 №100 та «Концепцією реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року» [5] від 30 березня 2011 року сфера дистанційного зондування Землі є однією з найпріоритетніших у задоволенні суспільних потреб навігаційних та телекомунікаційних послуг.

Так, одним з основних напрямів та шляхів реалізації «Стратегії космічної діяльності України на період до 2022 року» [8] є задоволення суспільних потреб в послугах космічних інформаційних систем, включаючи дані та сервіси ДЗЗ для геоінформаційних систем різного призначення, супутникових навігаційних та телекомунікаційних систем із застосуванням орбітальних засобів національних та закордонних операторів космічних систем, даних геофізичного моніторингу Землі.

Згідно з «Концепцією реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року» [5], забезпечення системного отримання даних від вітчизняної космічної системи спостереження Землі та геофізичного моніторингу «Січ», а також іноземних космічних апаратів (у рамках виконання спільних міжнародних програм і угод) з космічним сегментом, планується проводити у чотири етапи:

– 2011/17 рр. – три КА (бортовий сканер з оптичним діапазоном 8 метрів – два КА і 2,5 метра – один КА);

– 2018-2022 рр. – п'ять КА (бортовий сканер з оптичним діапазоном 8 метрів – три КА і 2,5 метра – один КА, з радіолокатором з синтезованою апертурою антени просторовою розрізненістю близько двох метрів – один КА);

– 2023-2027 рр. – вісім КА (бортовий сканер з оптичним діапазоном 8 метрів – три КА, 2,5 метра – один КА та менше як 1 метр – один КА), а також з радіолокатором з синтезованою апертурою антени просторовою розрізненістю близько двох метрів – три КА);

– 2028-2032 рр. – десять КА (бортовий сканер з оптичним діапазоном 8 метрів – три КА, 2,5 метра – один КА та менш як 1 метр – один КА, бортовим гіперспектральним сканером – один КА), а також з радіолокатором з синтезованою апертурою антени просторовою розрізненістю близько двох метрів – три КА та з багатоканальним радіочастотним радіометром – один КА).

На даний час сформувався світовий та ряд регіональних ринків даних ДЗЗ, що забезпечують обробку та розповсюдження інформації ДЗЗ.

До основних перспективних для інвестування в Україні сегментів ринку (напрямів використання даних) ДЗЗ відносимо такі як: національна безпека та оборона; картографування та кадастр; землекористування; будівництво; геологорозвідка; екомоніторинг; лісове та сільське господарство; моніторинг водних ресурсів та спостереження узбережжя; транспортна та комунікаційна інфраструктура; місцеве господарство; метеорологічні дослідження; моніторинг надзвичайних ситуацій.

Крім того, окремо слід визначити використання даних ДЗЗ при створенні різноманітних геоінформаційних систем.

Інвестування у дистанційне зондування Землі з космосу сприятиме розвитку космічної галузі в Україні, що в свою чергу дозволить:

- розширити співробітництво та набути членство в Європейському космічному агентстві;
- запровадити інформаційно-аналітичну систему з метою забезпечення національної безпеки і оборони, що на сьогодні є дуже важливим;
- сформувати національну систему ДЗЗ з космічним сегментом у складі ряду КА серії «Січ», що проводять різні фізичні методи зондування;
- інтегрувати національну систему ДЗЗ до глобальної та європейської мережі;
- ввести в комерційну експлуатацію Національну супутникову систему зв'язку;
- впровадити сучасний комплекс інформаційно-телекомунікаційних послуг;
- забезпечувати використання в державних цілях інформацію, що отримана від глобальних навігаційних супутникових систем для створення необхідних умов розширення сфери застосування навігаційних супутникових систем в різних галузях народного господарства та економіки.

Станом на сьогодні фінансування ДЗЗ реалізується у більшості за державний кошт з метою фінансування робіт та проектів згідно забезпечення безпеки та оборони держави, а також за напрямками, що дають змогу розв'язати ключові проблеми реалізації космічної діяльності і сприяння інноваційному розвитку суміжних галузей економіки. Традиційно величину та обсяги фінансування ДЗЗ визначаються загальнодержавними програмами (цільовими науково-технічними космічними та іншими), що спрямовані на розвиток космічної діяльності.

Проте, задля розвитку за іншими напрямками економіки постає необхідність створення привабливих умов з метою посилення залучення інвестицій, зокрема іноземних, а також пошук та використання нових джерел фінансування, що не заборонені законодавством.

Цьому сприятимуть наступні заходи: проведення інвестиційних форумів за участю провідних світових авіаційно-космічних компаній; створення інвестиційних фондів; залучення космічних агентств та агентств з розвитку бізнесу.

На сьогодні першочерговими завданнями держави у розвитку дистанційного зондування Землі вбачаються наступні:

1) розробка національної системи ДЗЗ, а також налагодження її взаємодії з системами моніторингу навколишнього природного середовища, як державними, так і міжнародними;

2) розроблення методичного та програмного забезпечення для підтримки державних і галузевих програм з моніторингу навколишнього природного середовища;

3) сприяння налагодженій взаємокорисній ефективній співпраці з міжнародними космічними організаціями і програмами;

4) удосконалення наукової, методичної та інформаційної роботи (проведення семінарів, конференцій та виставок, видавництво наукової літератури з вказаної тематики та довідково-інформаційних матеріалів, а також проведення якісної підготовки кадрів для ДЗЗ);

5) пошук та впровадження механізму реалізації проектів у сфері дистанційного зондування Землі в рамках ДПП та інші.

Окремо слід зупинитися на стані навколишнього природного середовища, що з кожним роком потребує все більшої уваги. Вирішення такої проблеми потребує створення системи моніторингу довкілля на основі регулярного вимірювання його стану за допомогою сенсорів наземного та аерокосмічного базування.

Саме цей напрям повинен бути пріоритетним в планах як НАН України, так і ДКА України.

На нашу думку, найбільш перспективнішим та пріоритетним напрямом для інвестування у космічну сферу, а особливо у ДЗЗ, яке може застосовуватися не тільки в державних цілях, а й у різноманітних галузях економіки та господарювання може бути реалізація державно-приватного партнерства.

Пропонуємо на основі застосування механізму ДПП інвестування у створення українського програмного сервісу для ДЗЗ (аналога іноземних GoogleEarth, Геопортал



тощо) на основі контракту життєвого циклу, де в якості державного партнера виступатиме Державне космічне агенство України (ДКА), а в якості приватного – фірма-розробник даного програмного сервісу.

Таким чином, з метою реалізації контракту життєвого циклу (далі – КЖЦ) застосовується наступна укрупнена покрокова управлінська модель створення Українського програмного сервісу для ДЗЗ (рис. 2.)

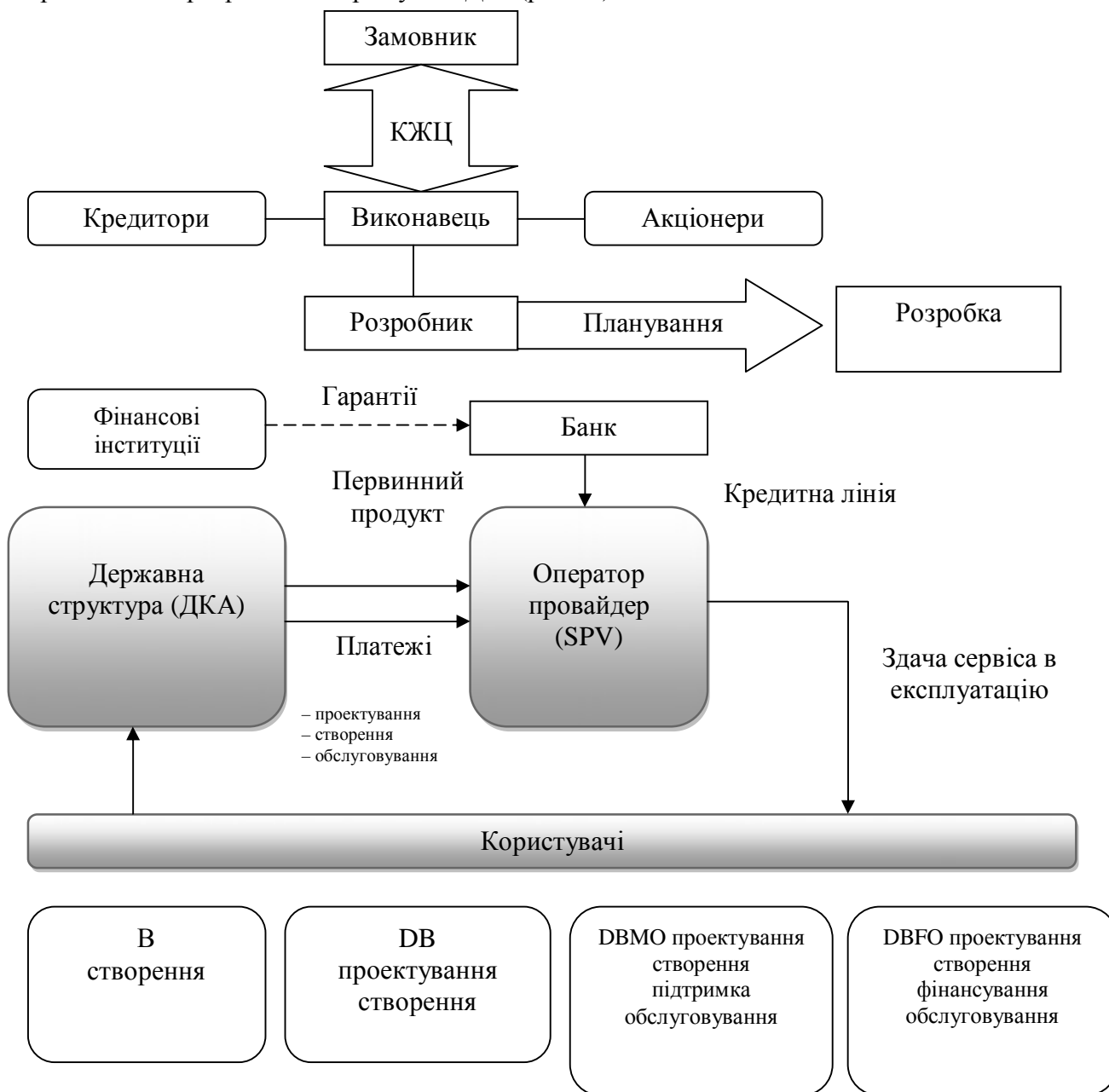


Рис. 2. Модель і форми реалізації ДПП-проєкту створення Українського програмного сервісу для ДЗЗ за формою контракту життєвого циклу \*

\* – власна розробка автора

Отже, в заданій моделі першим етапом є замовлення даного програмного продукту, яке йде виключно в нашому випадку від держави. Фінансування йде від

кредитора до виконавця і акціонерів. В свою чергу виконавець (розробник) проводить відповідні роботи з планування та створення (розробки) програмного продукту і передає його на обслуговування до оператора (провайдера). Експлуатація та утримання даного сервісу здійснюється державою, в особі ДКА спільно з приватним партнером. Безумовно, користувачами цього програмного продукту можуть бути як підприємства, для господарювання яких необхідний цей інноваційно-інформаційний продукт, так і пересічні громадяни.

Також з метою більшого доступу та поширення цього сервісу пропонуємо створити мобільний додаток для операційних систем (IOS, Android тощо) сучасних гаджетів.

Етапами реалізації даного ДПП-проекту визначаємо наступні: розробка концепції проекту, в якій відображаються: склад учасників проекту (державний блок, консорціум інвесторів, проектна компанія, підрядні організації, залучення незалежних аудиторів); правові зв'язки між сторонами проекту; фінансові та правові умови вступу в проект та ін.; оголошення конкурсу в особі уповноваженого органу на право укладення КЖЦ-контракту відповідно до вимог українського законодавства; залучення фінансових коштів після визначення переможця конкурсу; підготовка до створення сервісу, включаючи розробку технічного завдання та проходження погоджувальних процедур; створення сервісу; підписання акту здачі-приймання об'єкта і введення його в експлуатацію; фінансування та утримання сервісу.

Саме застосування державно-приватного партнерства у сфері ДЗЗ дозволить зменшити фінансове навантаження даної сфери на бюджет та залучити в галузь кошти інвесторів, що, безумовно, стане дієвим кроком до посилення позиціонування української космічної галузі на глобальному ринку космічних послуг.

**Висновки.** Отже, покращення та узгодження системи обміну інформацією між інженерними та науковими інституціями в Україні, узгодження юридичних питань та забезпечення належного державного фінансування та інвестування у космічну галузь дасть змогу завдяки накопиченому досвіду збудувати сучасну українську систему дистанційного моніторингу території нашої держави з метою забезпечення більш дієвої і точної інформації для всіх галузей господарювання, що сприятиме паритетності України як держави-учасниці міжнародних космічних проектів.

Враховуючи стан ДЗЗ в Україні, необхідно більш раціонально використовувати наявні ресурси в методичній частині, удосконалювати обладнання для дистанційного зондування, сприяти інвестуванню в заводи з виробництва космічних апаратів ДЗЗ, що

дозволить налагодити систему ефективного використання та управління ними і сприятиме зміцненню конкурентних позицій України на світовому ринку постачальників ДЗЗ. Це і слугуватиме ідеєю для подальших наукових розвідок у цій сфері.

### Список використаної літератури

1. Довгий С. О. Сучасний стан космічного землезнавства і перспективи його розвитку [Текст] / С. О. Довгий, В. І. Лялько // Інформатизація аерокосмічного землезнавства. – К.: Наук. думка, 2001. – С. 554.
2. Зацерковний В. І. Аналіз інтеграції технологій ГІС, ДЗЗ і GPS в задачах моніторингу стану навколишнього середовища / В. І. Зацерковний // Математичні машини і системи. – 2014. – № 4. – С. 44-52.
3. Зацерковний В. І. Обґрунтування технологій дистанційного зондування для агроекологічного моніторингу земельних ресурсів [Електронний ресурс] / В. І. Зацерковний, В. І. Гур'єв, С. В. Кривоберець // Науковий вісник Чернігівського державного інституту економіки і управління. Серія 1: Економіка. – 2012. – Вип. 2. – С. 65-77.
4. Зосімович М. В. Дистанційний екологічний моніторинг [Методичний посібник] М. В. Зосімович. – Житомир, 2006. – 114 с.
5. Концепція реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.nkau.gov.ua/pdf/Koncepciya\\_2032.pdf](http://www.nkau.gov.ua/pdf/Koncepciya_2032.pdf)
6. Офіційний сайт Державного космічного агентства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nkau.gov.ua/>
7. Савин И. Ю. Использование дистанционной информации при прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур в Европейском Сообществе [Електронний ресурс] / И. Ю. Савин. – Режим доступу: [www.arc.iki.rssi.ru/earth/pres2006/savin.pdf](http://www.arc.iki.rssi.ru/earth/pres2006/savin.pdf)
8. Стратегія космічної діяльності України на період до 2022 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nkau.gov.ua/nsau/catalognew.nsf/mainU/359DFEFAD3B756F7C2257E66002A1265?OpenDocument&Lang=U>
9. Google Earth, або Google Планета Земля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mykit.jimdo.com/2013/07/15/google-earth-%D0%B0%D0%B1%D0%BE-googole-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0->

%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F/

## **БУХУН Ю. В. ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА В ИНВЕСТИЦИОННОМ ИЗМЕРЕНИИ**

*В статье осуществлен анализ ДЗЗ в Украине и частично в мире на сегодняшний день, отражено приоритетность ДЗЗ согласно Стратегии космической деятельности Украины на период до 2022 года и Концепции реализации государственной политики в сфере космической деятельности на период до 2032 года. Отражено экономическую важность применения ДЗЗ для различных отраслей народного хозяйства и предложены пути улучшения состояния ДЗЗ, в частности путем создания национального сервиса.*

**Ключевые слова:** ДЗЗ, космические аппараты, сервисы, инновационные технологии, программное обеспечение, экология, безопасность и оборона.

## **BUHUN Y. V. REMOTE SENSING FROM SPACE IN INVESTMENT PROSPECT**

*In the article the analysis of remote sensing in Ukraine and partly in the World today, reflects the priority of remote sensing space activities under the Strategy of Ukraine till 2022 and Concept of state policy in the field of space activities for the period until 2032. Showing the economic importance of remote sensing for different sectors of the economy and the ways of improvement of remote sensing, including through the establishment of a national service.*

**Keywords:** remote sensing, space vehicles, services, innovative technology, software, environment, security and defense.