

І.В. Холошин

ПЕДАГОГІЧНА ГЕОІНФОРМАТИКА

частина 1

Дистанційне зондування Землі



Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний
університет»

І.В. Холошин

Педагогічна геоінформатика

частина 1

Дистанційне зондування Землі

Навчальний посібник

Видавець ФО-П Чернявський Д.О.

Кривий Ріг

2013

Холошин І.В.

X-73 Педагогічна геоінформатика. Ч.1. Дистанційне зондування Землі:
навчальний посібник / Ігор Холошин. – Кривий Ріг: Видавець
ФО-П Чернявський Д.О., 2013. – 224 с. з іл.
ISBN 978-966-2775-18-1

Розкрито основні завдання, що стоять перед новим науковим напрямком – педагогічною геоінформатикою. Окреслено коло проблем геоінформаційної освіти в педагогічних ВНЗ України. Перша частина навчального посібника розкриває освітній потенціал даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в шкільній географії. У теоретичній частині видання викладені фізичні основи зондування; надана інформація щодо носіїв знімальної апаратури; детально розкриті методика і прийоми роботи з аерокосмічними знімками; охарактеризовані основні напрямки прикладного використання даних ДЗЗ.

У практичній частині посібника детально, на конкретних прикладах проаналізовано педагогічні технології провадження даних дистанційного зондування Землі в практику сучасної школи: від використання аерокосмічних знімків у якості образотворчих наочних засобів до реалізації практичної та дослідницької спрямованості навчання географії на основі даних ДЗЗ. У додатку до посібника (у тому числі і на електронному носії) подано численні методичні та дидактичні матеріали: методичні розробки для проведення практичних та лабораторних робіт, приклади освітніх ігор і тематичні відеофрагменти; величезна база даних аерокосмічних знімків.

Навчальний посібник розрахований на студентів-географів педагогічних ВНЗ, а також вчителів географії загальноосвітніх шкіл, коледжів та ліцеїв. Представляє інтерес і для вчителів біології та історії.

УДК 378:910.3

Рецензенти:

доктор педагогічних наук, професор **О.М.Топузов** (Інститут педагогіки Національної академії педагогічних наук);

доктор технічних наук, професор **І.В. Шелевицький** (Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний університет»)

*Рекомендовано до друку Вченою радою Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет»
Протокол №5 від 13.12.2012 р.*

ISBN 978-966-2775-18-1

© Холошин І.В.
© Видавець ФО-П Чернявський Д.О.

Зміст

Вступ	5
Глава 1. Загальні відомості про дистанційне зондування Землі	12
1.1. Фізичні основи дистанційного зондування	12
<i>Запитання для самоконтролю</i>	18
1.2. Історія розвитку дистанційного зондування Землі	18
<i>Запитання для самоконтролю</i>	23
1.3. Носії знімальної апаратури	23
1.3.1. Наземні носії	24
1.3.2. Авіаційні носії	24
1.3.3. Супутникові носії	31
<i>Запитання для самоконтролю</i>	34
1.4. Аерокосмічні знімки	34
<i>Запитання для самоконтролю</i>	45
1.5. Дешифрування аерокосмічних знімків	45
<i>Запитання для самоконтролю</i>	65
Глава 2. Прикладне значення даних дистанційного зондування Землі	68
2.1. Картографія	68
2.2. Геологія	69
2.3. Сільське господарство	72
2.4. Лісове господарство	78
2.5. Гідрологія	82
2.6. Екологія	85
2.7. Моніторинг надзвичайних ситуацій	91
<i>Запитання для самоконтролю</i>	94
Глава 3. Педагогічні технології впровадження даних дистанційного зондування Землі в практику сучасної школи	97
3.1. Аналіз використання даних ДЗЗ в школах світу	97
<i>Запитання для самоконтролю</i>	100
3.2. Педагогічні можливості даних ДЗЗ	100
<i>Запитання для самоконтролю</i>	104
3.3. Аерокосмічні знімки як образотворчі наочні засоби в курсах шкільної географії	105
<i>Запитання для самоконтролю</i>	128

3.4. Дані ДЗЗ, як основа ігрових технологій в освіті	129
<i>Запитання для самоконтролю</i>	144
3.5. Дані ДЗЗ як основа інтерактивних засобів навчання географії	144
<i>Запитання для самоконтролю</i>	158
3.6. Реалізація практичної та дослідницької спрямованості навчання географії на основі даних ДЗЗ	159
<i>Запитання для самоконтролю</i>	165
3.7. Джерела освітніх ресурсів ДЗЗ	165
3.7.1. Паперові інформаційні носії	166
3.7.2. Інтернет-ресурси – основні джерела отримання аерокосмічних знімків	168
3.7.3. Індивідуальні джерела даних ДЗЗ	170
3.7.4. Інформаційні тематичні бази даних ДЗЗ	173
<i>Запитання для самоконтролю</i>	175
Література	176
Додатки	179
Додаток 1. Приклади завдань для виконання практичних робіт з використанням даних ДЗЗ	179
Додаток 2. Методичні розробки лабораторних робіт з використанням даних ДЗЗ	189

ВСТУП

Геоінформатика – нове утворення в науці і техніці, що сформувалося в другій половині 20 століття під впливом процесів інформатизації сучасного суспільства. Як і всяка наука, геоінформатика має об'єкт, предмет і методи досліджень. Визначення області та методу міститься в назві геоінформатики. Термін «*геоінформатика*» складається з двох частин – «*гео*» і «*інформатика*». Перша частина «*гео*» (від грецького *gē* - *Земля*) визначає об'єкти та явища на земній поверхні, що вивчаються. У геоінформатиці використовують просторово-часові дані, в яких міститься інформація про просторове положення об'єктів, їх властивості та час, для якого ці властивості мали місце. «*Інформатика*» (від французького *information* – *інформація*) у складі терміна «*геоінформатика*» визначає основний метод дослідження: об'єкти дослідження вивчаються на основі комп'ютерних технологій (при цьому залучаються дані математики, картографії, геодезії та інших наук), які займаються вивченням і розвитком систем збору, передачі, обробки та зберігання інформації.

Таким чином, геоінформатика є своєрідним синтезом наук, що займаються вивченням процесів і явищ, які відбуваються на поверхні Землі. Визначити її можна, **як науку, технологію і прикладну діяльність, пов'язаних зі збором, зберіганням, обробкою, аналізом і відображенням просторових даних, а також проектуванням, створенням і використанням географічних інформаційних систем.**

На рисунку 1 геоінформатика показана у вигляді моделі дерева. Коріння дерева складають основоутворюючі науки - географія, картографія, комп'ютерне програмування та технологія створення баз даних. Стовбур - це похідні цього синтезу, основні напрямки розвитку сьогоденної геоінформатики – *дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), супутникова навігація і географічні інформаційні системи (ГІС)*. Гілки та листя утворюють напрями практичного застосування геоінформатики. Слід зазначити, що це далеко не повний перелік галузей докладання геоінформатики, проте вже цей список дає уявлення про можливості та особливості цієї науки. Саме багатоаспектність геоінформатики дозволяє стверджувати, що це фундаментальна наука, яка об'єднує гуманітарні та технічні напрями.

Сукупність засобів, способів і методів збору, зберігання, маніпулювання, аналізу та відображення (подання) просторової інформації об'єднують під загальною назвою «*геоінформаційні технології*». У зв'язку з тим що сьогодні ці способи і методи найбільш повно реалізуються в географічних інформаційних системах (ГІС), то термін «*геоінформаційні технології*» часто замінюють терміном «*ГІС-технології*».

Не виключаючи тісного зв'язку геоінформатики з географічними інформаційними системами, слід зазначити, що наукові, технологічні і виробничі аспекти геоінформатики виходять далеко за рамки проблем геоінформаційних систем. Так сьогодні широкий розвиток отримали такі напрями геоінформатики, як: розробка технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і методів автоматизованої обробки даних ДЗЗ, дослідження в галузі технологій, заснованих на супутниковій системі позиціонування, теорія створення просторових баз даних та ін.

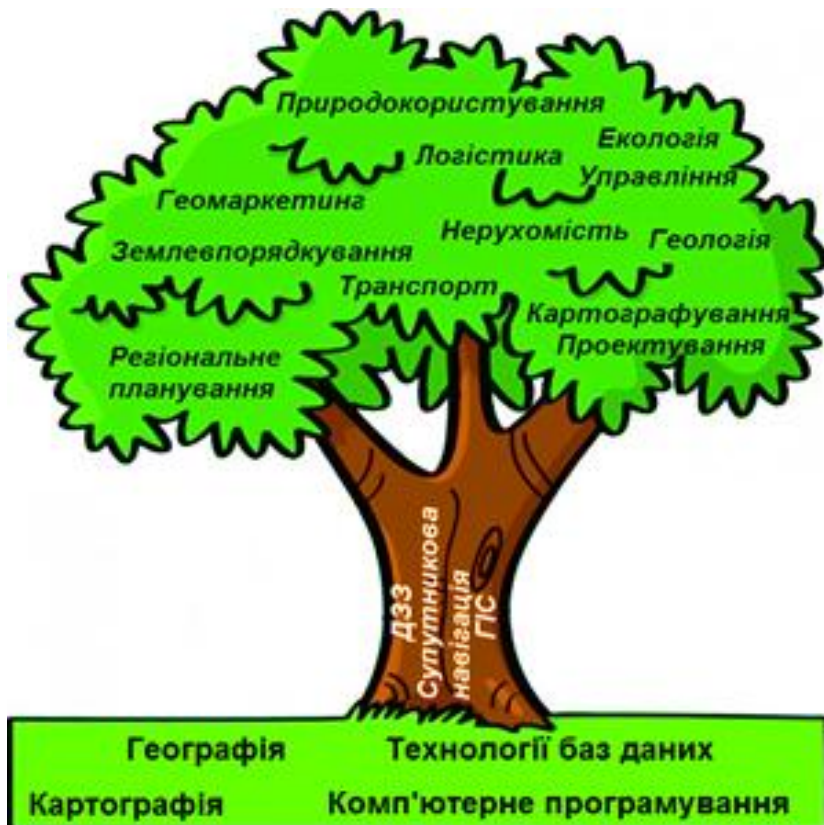


Рис. 1. Взаємозв'язок геоінформатики з іншими науками і напрямками прикладної діяльності

Геоінформатика відкриває величезні перспективи в дослідницькій, виробничій та освітній діяльності, пов'язані з аналізом просторової інформації. При цьому слід мати на увазі, що геоінформаційні технології не тільки дозволяють багаторазово збільшити швидкість обробки інформації, підвищити її якість і точність внаслідок використання можливостей сучасних ЕОМ, автоматизувати виконання багатьох традиційних аналітичних процедур, а й надають в розпорядження дослідника принципово нові можливості проведення як польових, так і теоретичних досліджень.

Широке впровадження геоінформатики в наше повсякденне життя вимагає докорінної зміни в сучасній системі освіти. Сьогодні настав час формувати на всіх освітніх рівнях геоінформаційну культуру і геоінформаційний світогляд, засновані на розумінні визначальної ролі просторово-часової інформації в природних явищах та діяльності людини. І починати цей процес необхідно вже зі шкільної лави.

Ще в 1996 р. І. Пролеткін [32] висловлював думку про нагальну необхідність активного ознайомлення учнів з основами геоінформатики і сутністю ГІС-технологій, обґрунтовуючи цю пропозицію наступними обставинами:

- шкільне середовище, наймасовіше серед молоді - чутливе на нові ідеї, пов'язані з впровадженням передових комп'ютерних технологій;
- у середній школі викладаються такі предмети як «Географія», «Інформатика», «Екологія» та інші, які, в принципі, можуть стати основою для вивчення, розуміння та подальшої роботи школярів з геоінформаційними системами;
- у деяких, найбільш розвинених у технічному відношенні школах, гімназіях і ліцеях, вже зараз існують певні умови й можливості по впровадженню ГІС у навчальний процес;

- у розвинених західних країнах процес шкільної ГІС–освіти знаходиться на високому рівні – від спеціальних, обов'язкових курсів до широкого використання ГІС – програм в різних навчальних дисциплінах;

- у Росії (як і в Україні) даний процес тільки зароджується і практично не помічається членами ГІС – спільноти, тому вимагає уваги.

Як зазначає більшість фахівців, до теперішнього часу суттєвого прогресу у відношенні до геоінформатики в українських школах ми не спостерігаємо.

Причин цьому декілька:

1. *Недостатня комп'ютеризація сучасної української школи.* За наявною офіційною статистикою (дані 2011 року), забезпечення в нашій країні комп'ютерною технікою сільських шкіл складає 97,8%, а міських - 93,4%. Однак при цьому на початку 2010/2011 навчального року в Україні на 1 персональний комп'ютер припадає 28 учнів загальноосвітніх навчальних закладів, а в Європі і США в середньому аналогічний показник становить 5-7 осіб на 1 ПК. Крім того, технологічна база вже комп'ютеризованих шкіл морально застаріла і не відповідає сучасним вимогам. Цілком зрозуміло, що вивчати теорію геоінформатики без закріплення отриманих знань практичними навичками мало ефективно і не має особливого сенсу.

2. *Низька зацікавленість сучасного школяра в навчанні.* Сьогодні спостерігається істотне падіння інтересу школярів до отримання глибокої і повноцінної освіти. Зробити освоєння географічних знань у школі більш ефективним за рахунок істотного підвищення пізнавальної активності учнів дозволяє вивчення основ геоінформаційних технологій.

3. *Відсутність у школах педагогічних кадрів з базовими геоінформаційними знаннями.* Переважна більшість працюючих вчителів не має уявлень про геоінформаційні технології. Це пов'язане насамперед з тим, що в період їх навчання даний курс ще не входив до програми підготовки вчителів. Ті ж з них, хто вивчав "Геоінформаційні технології" у вузі, безсумнівно відчув на собі всю неповноцінність геоінформаційної освіти в педагогічній вищій школі. Досить проблематичне й питання перепідготовки викладацького складу школи у зв'язку з незначною кількістю годин, відведених на дану дисципліну і неготовністю вчителів до засвоєння нових технологій.

4. *Недостатня забезпеченість шкільної геоінформаційної освіти навчально-методичними матеріалами* (підручниками, посібниками тощо). Відображенням світових темпів розвитку геоінформаційних технологій є поява значної кількості навчальних посібників з геоінформатики. Однак, дана тенденція поки не відобразилась на розробці навчально-методичних рекомендацій по роботі з учнями загальноосвітніх шкіл. Це без сумніву є ще одним підтвердженням ігнорування науково-педагогічної громадськості геоінформаційною освітою школярів.

5. *Обмежений доступ вчителів та учнів до освітніх порталів мережі Інтернет.* На сьогоднішній день Інтернет представляє собою невичерпне джерело всебічної інформації. Величезна кількість геоінформаційних сайтів дають можливість усім бажаючим отримати необхідну інформаційну підтримку освітнього процесу.

6. *Некоординувана організаційна робота на державному рівні та відсутність єдиної системи впровадження геоінформаційних технологій в різні галузі виробничого, наукового та суспільного життя держави.* Ці проблеми є не менш

важливими та актуальними, оскільки вони визначають загальний інтерес суспільства до цієї галузі науки.

Звичайно, не можна сказати, що сьогодні в Україні нічого не робиться для вирішення цих проблем. Так, наприклад, навчальною програмою "Географія. 10-11 класи. Профільний рівень" (авт. Т. Гільберг, Л. Паламарчук, В. Безуглий) регламентовано вивчення в профільному 11 класі теми «*Геоінформаційні системи та їх застосування. Комп'ютерна картографія*» і практичних робіт по темі «*Використання нових методів географічної науки для пошуку обробки і представлення географічної інформації*» і «*Робота з електронними картами*», при використанні яких учні мають можливість ознайомитися з азами геоінформатики. Окрім того, Л. Даценко і В. Остроух спільно з редакцією навчальної тематики Державного науково-виробничого підприємства «Картографія» розроблено програму курсу за вибором «*Основи геоінформаційних систем і технологій*», яка рекомендована Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України для використання при вивченні основ геоінформаційних систем і технологій у 10-11 класах старшої школи в загальноосвітніх навчальних закладах усіх профілів природничо-математичного і технологічного напрямів [12]. Цими ж авторами укладено навчальний посібник «*Основи геоінформаційних систем і технологій*», який повинен допомогти учням, що обрали профільний географічний рівень навчання [31].

Не принижуючи ролі згаданих і низки інших робіт, слід відзначити, що вони не вирішують дві найважливіші проблеми, без яких неможливо просування геоінформатики в наші навчальні класи: по перше – геоінформаційна підготовка вчителів; по-друге – використання педагогічних технологій впровадження для цього нового науково-практичного напрямку. Тут неможливо не погодитись з І. Черваньовим, який відмічає, що вчителю, якщо він не має відповідного сегменту геоінформатики в базовій освіті, досить важко здолати прірву поміж традиційною і новітньою географією. Тут потрібне систематичне знання, і як з цієї колізії вийти – невідомо [41]. Не менш важливим є зауваження і стосовно програмного забезпечення, що використовується в навчальному процесі. У нашому побуті (й навіть у навчанні студентів ВНЗ) поширена хибна практика використання «піратських» програм, котрі можна придбати на будь-якому ринку електронної продукції. Звісно, є широкі можливості придбання ліцензованих програмних продуктів, але ж вони коштують не менш ніж сотні доларів за інсталяцію (тобто встановлення на певному комп'ютері — або в дисплейному класі, що має один сервер).

Вихід тут один – спираючись на останні досягнення в галузі педагогіки, географії та інформатики розробити методологію впровадження геоінформаційного середовища в загальну систему підготовки майбутніх учителів географії у ВНЗ та перепідготовці вчителів у рамках курсів підвищення кваліфікації або самоосвіти, а також сприяти розвитку доступних інформаційно-дидактичних засобів, придатних для використання в шкільних курсах географії за рівнями навчання. Вирішення таких завдань можливе в рамках нового наукового напрямку **педагогічної геоінформатики**, що виник на стику педагогіки та геоінформатики. Безсумнівно, його можна розглядати як один з напрямів у розвитку педагогічної інформатики, однак володіння такими атрибутами як висока практична значущість, наявність свого специфічного предмета досліджень, зі своїми поняттями і методологією,

дозволяють говорити про педагогічну геоінформатику, як про самостійну науку.

Проблеми геоінформаційної освіти вищої школи в різний час досліджувалися А.Берлянтом, Л.Гуторовой, А.Іванніковим, Є.Капраловим, А.Карпик, Н.Коноваловою, В.Кулагіним, І.Лурье, А.Мартиненко, А.Муртузалівою, С.Плотницьким, І.Пролеткіним, О.Светличним, В.Тикуновим, А.Уваровим, В.Шипуліним та іншими вченими [4,10,15,19,24,28,34].

Виразно тут можна виділити два напрями - географічний та інформаційний. Представники першого своєю метою ставлять оволодіння інформаційними технологіями для вирішення широкого спектру прикладних географічних завдань. Для других більш важливим є розробка і глибоке оволодіння програмними продуктами, що базуються на роботі з просторовими даними.

В основу концепції геоінформаційної освіти педагогічних ВНЗ повинна бути покладена модель, заснована на широкій взаємодії з науками про Землю і суміжними з ними соціально-економічними науками, що сприяє теоретичному і практичному оволодінню студентами геоінформаційних технологій, методів створення та використання геоінформаційних систем (ГІС), теорією та практикою дистанційного зондування Землі, основами супутникової навігації. Ідеологія геоінформаційної освіти повинна будуватися на тому, щоб, з одного боку, забезпечувати читаний курс теоретичним змістом і сучасним практикумом, а з іншого боку – використовувати комп'ютерні технології для організації навчального процесу на всіх наступних етапах навчання студентів у ВНЗ.

За своєю суттю, педагогічна геоінформатика носить інтегративний характер. З одного боку, вона має яскраво виражене педагогічне значення, оскільки базується на педагогічних технологіях та знаннях. З іншого – носить прикладний характер, пов'язаний із застосуванням геоінформаційних технологій в організації навчально-виховного процесу при вивченні всього спектру географічних знань. При цьому діапазон інтересів педагогічної інформатики надзвичайно широкий: дошкільний період, шкільний період, всі типи середніх навчальних закладів, вища школа, самостійне вивчення географії, дистанційні форми навчання тощо. Крім того, предметом досліджень педагогічної геоінформатики сьогодні можуть виступати окрім географії, біології та історії, дисципліни, в яких також використовується аналіз просторових даних. Однак кожна з перерахованих областей ставить свої специфічні проблеми перед педагогічною наукою. У зв'язку з цим, нас в першу чергу цікавить область педагогічної геоінформатики, яка розглядає застосування геоінформаційних технологій в середній школі при вивченні географії.

Основною метою педагогічної геоінформатики є формування у майбутніх учителів географії системи знань, умінь і навичок використання геоінформаційних технологій в їх професійній діяльності.

Виходячи з загальних цілей навчання, педагогічна геоінформатика повинна вирішувати такі завдання:

1. Оволодіння знаннями фундаментальних понять геоінформатики;
2. Оволодіння знаннями теоретичних питань, пов'язаних з введенням, зберіганням та обробкою просторової інформації за допомогою геоінформаційних технологій;
3. Придбання умінь вводити просторову інформацію з різних джерел, організувати її подання та зберігання, візуалізувати і виводити результати роботи,

виконувати найпростіші операції з аналізу та синтезу просторово-часової інформації;

5. Розробка найбільш раціональних методів і організаційних форм впровадження геоінформаційних технологій в процес навчання географії;

6. Створення на базі геоінформаційних технологій комплексу навчальних програмних засобів та методичних посібників з метою їх використання у шкільній географії;

7. Розробка навчально-методичних матеріалів і навчальних посібників по застосуванню геоінформаційних технологій в практиці роботи вчителя;

8. Придбання умінь використовувати геоінформатику для вирішення різних прикладних задач.

Слід мати на увазі, що аналіз навколишнього світу із залученням геоінформаційних технологій базується на заміні реальних об'єктів їх моделями (фотографічними, цифровими, графічними та ін.) Модель в геоінформації розглядається як абстрактний образ об'єкта (процесу або явища), максимально точно передає динаміку його розвитку в просторі і часі. Саме моделювання розширює можливості дослідника в пізнанні навколишнього світу.

А. Муртузалієва виділяє такі основні цілі моделювання просторових об'єктів в геоінформатиці [28]:

- отримання на основі вивчення моделі нового знання про об'єкт пізнання;
- вивчення просторових відносин між об'єктами системи, представленими інформаційними моделями;
- прийняття управлінських рішень за результатами інформаційного моделювання.

У зв'язку з тим, що геоінформатика вивчає різні природні, громадські та природно-суспільні системи, одним з її основних методичних прийомів у педагогічній геоінформатиці є системний аналіз. Метою застосування системного аналізу можна назвати підвищення ступеня обґрунтованості прийняття керуючих рішень в умовах аналізу великої кількості інформації різної природи.

Оскільки концепція сучасної педагогічної освіти передбачає орієнтування на виявлення сутнісних зв'язків між об'єктами і процесами навколишнього світу, можна зробити висновок про те, що вивчення геоінформаційних технологій студентами педагогічних вузів сприяє глибшому розумінню зв'язків між об'єктами і процесами, що відбуваються як у суспільстві, так і в природі.

Даний навчальний посібник направлено на вирішення проблеми геоінформаційної освіти в педагогічних ВНЗ України. Навчальний посібник складається з трьох частин. Перша частина присвячена використанню дистанційного зондування Землі, як одного із складових геоінформатики, при підготовці майбутніх вчителів географії, хоча, безсумнівно, становить інтерес і для студентів інших спеціальностей (біологів, екологів, істориків та ін.).

У другій частині розглядається методика вивчення і використання супутникової навігації, а в третій - всебічно вивчаються геоінформаційні системи (ГІС). При цьому слід мати на увазі, що з огляду на спеціалізацію педагогічних ВНЗ, основна увага в навчальному посібнику приділяється в першу чергу методиці навчання геоінформатики та впровадження її в процес вивчення різних профільних курсів. Надзвичайно важливою є практична частина посібника, в якій наведено численні приклади застосування геоінформаційних технологій і методичні розробки для

кожного з напрямів геоінформатики, враховуючи різні рівні підготовки тих, що навчаються.

Дані **дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)** є на даний момент унікальним джерелом інформації про процеси, що протікають в атмосфері, літосфері, гідросфері і біосфері Землі, і їх роль при вивченні географічної оболонки планети все більше зростає. Аерокосмічні знімки за своєю інформативністю набагато ефективніше, ніж наземна інформаційна система, яка використовується в наш час. Вони дають можливість отримувати одночасну просторову інформацію з необхідним просторово-тимчасовим дозволом і зображенням поверхні Землі в спектральних діапазонах різних випромінювань.

Зараз важко визначити сферу діяльності людини, де не були б корисні дані ДЗЗ. У розвинених країнах світу технології дистанційного зондування Землі використовуються різними фахівцями: метеорологами і екологами, геологами і гідрологами, агрономами і землевпорядниками, пожежниками і лісниками, картографами і біологами.

Безсумнівний інтерес аерокосмічні знімки представляють для освітнього процесу. За допомогою даних ДЗЗ можна:

- наочно вивчати природні та антропогенні процеси, оцінювати їх динаміку,
- інформувати про розміщення об'єктів на земній поверхні ;
- здійснювати моніторинг (постійне стеження) за станом географічних об'єктів і процесів, вибудовувати гіпотези, виявляти закономірності.

Незвичність і новизна такої інформації викликає інтерес до нових технологій, а як наслідок, і до більш поглибленого вивчення базових освітніх предметів. За даними С.Карімової, основними перевагами даних ДЗЗ з точки зору освітніх цілей є:

- велика ступінь наочності, як правило, недосяжна для традиційних географічних карт;
- високий просторовий дозвіл;
- висока реалістичність;
- відображення ними об'єктивної дійсності;
- велика глибина розгляду досліджуваного об'єкта чи явища;
- підвищення можливостей демонстрації комплексності та взаємозв'язку перебігу процесів;
- підвищена увага до фізичних основ досліджуваних процесів і багато іншого.

Як показало дослідження, використання зображень Землі з космосу, що відповідають вимогам щодо їх відбору, дозволяє формувати у школярів чуттєву опору для сприйняття, пізнання та пояснення специфіки об'єктів і явищ географічної реальності, що, в свою чергу, забезпечує підвищення предметних результатів навчання. Зображення Землі з космосу є особливим засобом навчання географії, яке дозволяє формувати уявлення про реальні географічні об'єкти та явища, тим самим збагачуючи образ світу школяра.

Використання зображень Землі з космосу дозволяє сформувати просторові, часові та якісні уявлення. Особливості формування уявлень географічних об'єктів і явищ засобами зображень Землі та космосу впливають із сутності процесу пізнання, який складається з інтелектуально-чуттєвих форм відчуття, сприйняття, уявлення і закріплення уявлення.

Глава 1

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

1.1. Фізичні основи дистанційного зондування

Методи дистанційного зондування Землі засновані на тому, що будь-який об'єкт випромінює й відбиває електромагнітну енергію відповідно до особливостей його природи. Ці принципи покладені в основу вивчення властивостей вилученого об'єкта без безпосереднього контакту з ним. При вивченні земної поверхні дистанційними методами джерелом інформації про об'єкти є їх випромінювання (власне і відбите).

Випромінювання також ділиться на природне і штучне. Під *природним випромінюванням* розуміють природне освітлення земної поверхні Сонцем або теплове – власне випромінювання Землі. Метод зондування, що використовує природне випромінювання відноситься до *пасивних*. *Штучне випромінювання*, це випромінювання, яке створюється при опроміненні місцевості джерелом, розташованим на носії реєстрованого пристрою. Даний метод зондування відноситься до категорії *активних*.

Випромінювання являє собою електромагнітні хвилі різної довжини, спектр яких змінюється в діапазоні від рентгенівського до радіовипромінювання. Спектр безперервний і ділиться на кілька областей, які називаються зонами або діапазонами. Межі між ними умовні. Для дистанційного зондування використовують такі діапазони хвиль: *ультрафіолетовий* – від 0,27 до 0,4 мкм; *видимий*, або світловий, – від 0,4 до 0,78 мкм; *ближній інфрачервоний* (ІЧ), – від 0,7 до 0,9 мкм; *тепловий інфрачервоний* – від 3,5 до 5,0 мкм і від 8,0 до 14 мкм; *мікрохвильовий* – від 0,3 до 10 см. У кожному з діапазонів застосовуються свої реєстраційні пристрої (рис. 1.1).

У природі головне джерело електромагнітної енергії – Сонце. Воно випромінює величезну кількість енергії безперервного спектра від ультрафіолетового до інфрачервоного діапазонів. Сонячна радіація, що досягла поверхні Землі, проникнувши через її атмосферу, частково відбивається, а частково поглинається поверхнею планети і розташованими на ній об'єктами.

Для дистанційного зондування дуже важливі відбивні і поглинаючі властивості різних матеріалів на земній поверхні. Різні елементи земної поверхні - вода, рослинність, ґрунти, по-різному відображають сонячне випромінювання в різних зонах електромагнітного спектра. Графічно це можна представити у вигляді кривих спектральної яскравості (рис. 1.2). Крім того, слід мати на увазі, що хід кривих змінюється і залежно від стану об'єкта. Наприклад, розрізняються криві сухого та вологого ґрунту, водойми з чистою і забрудненою водою, ліси в різні пори року.

Відслонення гірських порід і ґрунти. Відбивна здатність гірських порід і ґрунтів характеризується стабільністю і підвищується зі збільшенням довжини хвилі. Спектральна яскравість гірських порід залежить головним чином від оптичних властивостей мінералів, що входять до їх складу [17]. Крім того, спектральні властивості гірських порід визначаються їх дисперсністю, вологістю і характером перетворення поверхні (кірки, нальоти, продукти вивітрювання тощо).

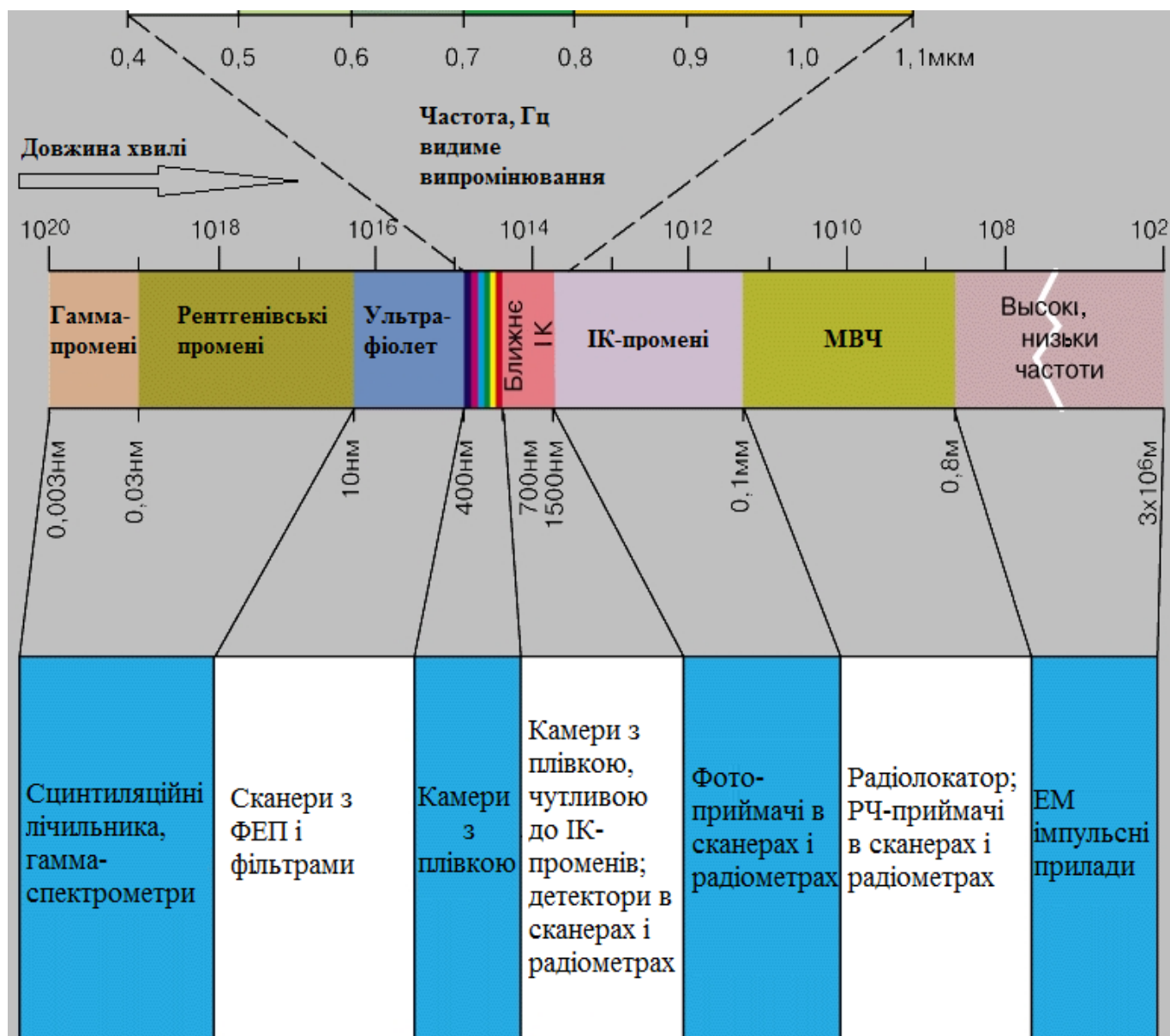


Рис. 1.1. Електромагнітний спектр і його розподілення з зазначенням довжин хвиль, що встановлюються різними приладами [20]

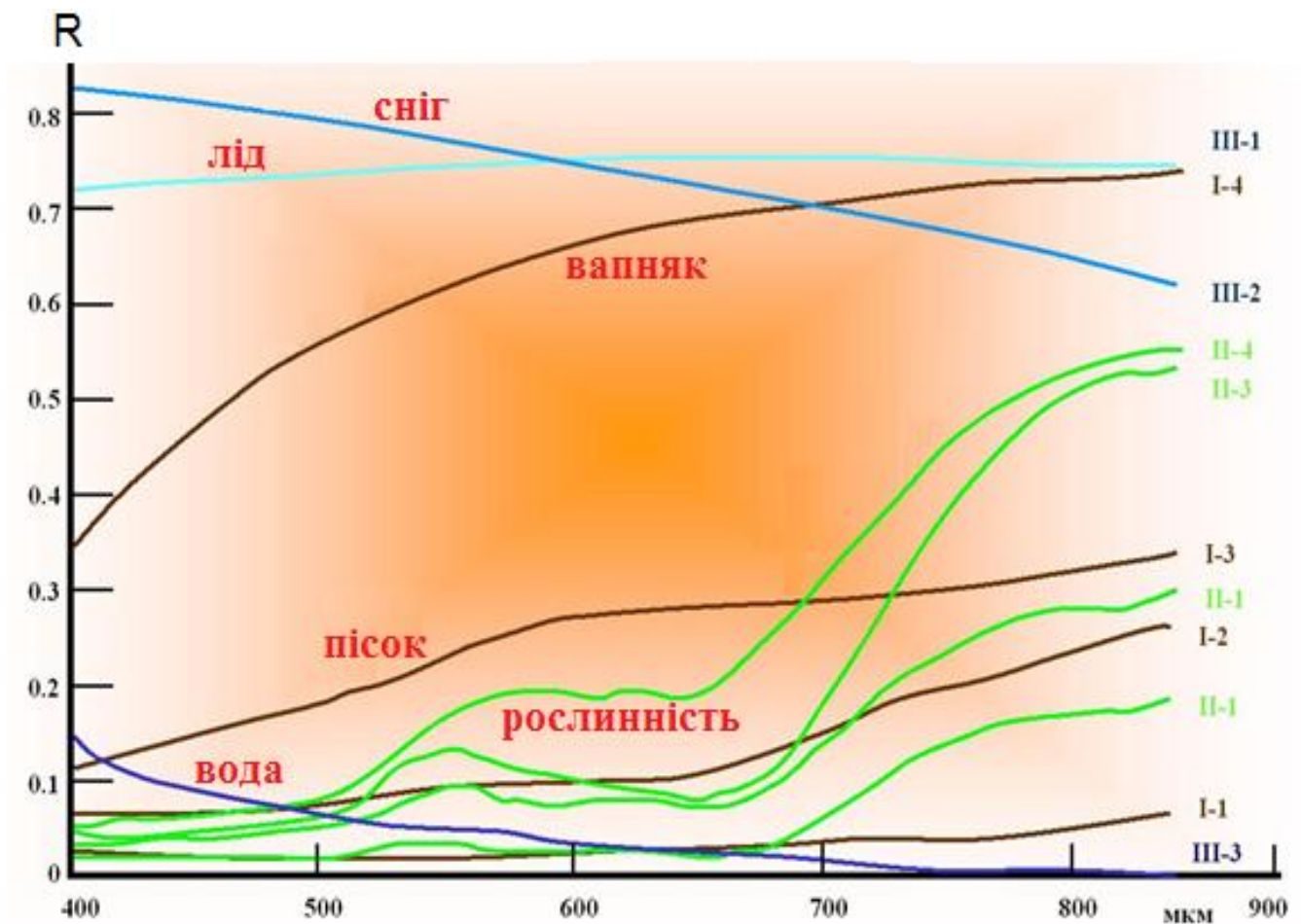


Рис. 1.2. Спектральна відбивна здатність природних об'єктів [37]:

а) відслонення гірських порід та ґрунти;

крива I-1 – відповідає чорноземним ґрунтам;

крива I-2 – відповідає дерново-підзолистим ґрунтам;

крива I-3 – відповідає піскам, пустелям, деяким гірським породам;

б) рослинність:

крива II-1 – відповідає хвойним лісовим породам в зимовий період;

крива II-2 – відповідає хвойним лісовим породам в літній період;

крива II-3 – відповідає листяним лісам в літній період і трав'яним покривом з густою і соковитою рослинністю;

крива II-4 – відповідає листяним лісам в осінній період, дозрілим польовим культурам;

в) водні поверхні, водойми і сніговий покрив:

крива III-1 – відповідає снігу, покритому крижаною кіркою;

крива III-2 – відповідає снігу, щойно випав;

крива III-3 – відповідає водним поверхням

На відображення сонячного світла ґрунтів впливають наступні групи речовин: карбіді, сполуки кремнію і алюмінію – визначають світлі відтінки, темні гумусові речовини та сполуки заліза – визначають низьку яскравість. Дуже істотно яскравість ґрунтів залежить від вологості і гранулометричного складу частинок поверхні: спектральна яскравість сухих ґрунтів в 2 – 3 рази вища, ніж вологих, а з укрупненням грудок збільшується сумарна площа затінених ділянок, зростає нерівномірність просторового відображення.

Рослинність. Рослинний покрив має найбільшу спектральну селективність у порівнянні з іншими об'єктами земної поверхні. Відбивні властивості рослинності визначаються в основному чотирма основними чинниками:

- оптичними властивостями зелених рослин, які залежать головним чином від вмісту хлорофілу (чим нижче його вміст, тим вища відбивна здатність рослин у видимій частині спектра);

- геометрією рослин, особливо індексом листової поверхні і кутовим розподілом листя (багаторазове відображення і пропускання світла шарами листя викликає збільшення відбивної здатності рослин в ІЧ-області);

- відбивною здатністю поверхні ґрунту, якщо рослини не утворюють суцільного покриву, у такому випадку яскравості рослин та ґрунту інтегруються, при цьому вплив ґрунту найбільш помітно в червоній зоні спектра;

- структурою рослинного покриву, тобто характером просторового розподілу листя рослин різних ярусів і наземного покриву, хоча точного і однозначного опису впливу цього чинника не має.

На рис. 1.3 наведена спектральна відбивна здатність різних класів рослинності в трьох спектральних каналах. Рослинність в хорошому стані з великою кількістю хлорофілу в листках (яскраво-зелені листяні ліси, густі, соковиті луки) має характерну спектральну криву: високе значення в зеленій ділянці спектра, різке падіння в червоній ділянці і дуже високе в ближній ІЧ-області (рис. 1.3, крива 1). З погіршенням стану рослинності падає відбивна здатність у діапазоні 500-600 нм, зникає падіння в червоному діапазоні і різко зменшується підйом в ближній ІЧ-області (рис. 1.3, криві 3, 4), таким чином поступово спектральна крива рослинності перетворюється на спектральну криву ґрунту, на якій вона зростає. Тобто, для дуже поганої рослинності (проективне покриття менше 15%) крива спектральної відбивної здатності практично переходить в плавно зростаючу пряму і наближається до кривих, характерних для відкритих ґрунтів (рис. 1.3, крива 5).

Водні поверхні, водойми і сніговий покрив. Спектральна яскравість води падає зі зростанням довжини хвилі сонячного випромінювання з практично повним поглинанням в інфрачервоній ділянці спектру (див. рис.1.3). Крім того слід мати на увазі, що сонячне випромінювання не тільки відбивається від поверхні води, але й проникає на глибину, де частково поглинається молекулами води і розчиненими органічними речовинами. Результатом цього є той факт, що спектральні характеристики водних об'єктів залежать від вмісту у воді суспензій мінерального і органічного походження, зануреної рослинності, глибини, складу донних відкладень (при цьому передбачається, що на поверхні об'єкта відсутнє хвилювання, яке може внести суттєве спотворене його спектрального образу).

Наприклад, наявність у воді мінеральних завислих часток означає зростання яскравості спектру в жовто-зеленій ділянці, а зміст фітопланктону спричиняє зниження яскравості в синій та червоній частинах спектра.

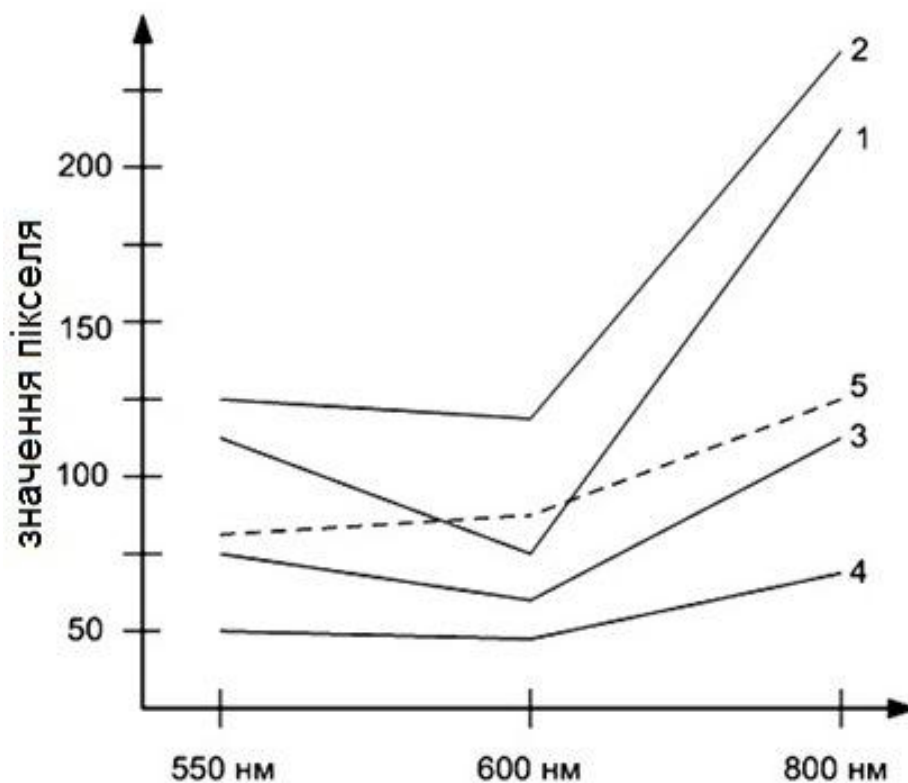


Рис. 1.3. Спектральна відбивна здатність рослинного покриву [37]:
1. Листяні ліси і трав'яні покриви з густою соковитою рослинністю (100%).
2. Листяні ліси в осінній період, пожовкла рослинність.
3. Хвойні ліси в літній період.
4. Хвойні ліси в зимовий період.
5. Дуже погана рослинність (майже відкритий ґрунт)

Властивості води поглинати ІЧ-випромінювання широко використовується при дешифруванні меж водних об'єктів, а крім того, вони впливають і на відбивну здатність об'єктів, що містять воду (ґрунтів, танучих снігів і криг, водної рослинності тощо), знижуючи їх інтегральну яскравість.

Сніговий покрив – найяскравіший об'єкт земної поверхні. Інтегральна яскравість снігів істотно знижується при наявності в їх складі води в рідкому стані. Яскравість снігу знижується також залежно від його забруднення.

Відмінності в спектральних характеристиках водних об'єктів служить основою для широкого застосування багатозональної зйомки – одночасної зйомки в декількох вузьких ділянках спектра електромагнітних коливань. Комбінуючи кольорові світлофільтри та приймачі випромінювання, чутливі до певних вузьких ділянок спектра (наприклад, фотоплівки при фотографічній зйомці), отримують серію чорно-білих знімків у декількох зонах спектра, на яких одні й ті ж об'єкти виглядають по-різному.

Так, залучення знімків в *синьо-блакитній* зоні дозволяє відрізнити мілководдя і води з великою кількістю суспензій від інших водних об'єктів. Порівняння знімків в *синьо-блакитній* і *зелено-жовтій* зонах – вивчати вміст хлорофілу в водах океанів.

Знімки в *червоній* зоні використовуються для виділення рослинності серед інших об'єктів, а порівняння знімків у *червоній* та *ближній інфрачервоній* зонах – для визначення біомаси рослинності. Крім того, використання знімків в *ближній інфрачервоній* зоні дозволяє чітко виділити всі водні об'єкти, які відображуються на них практично чорним тоном. Знімки в *середній інфрачервоній* зоні важливі для визначення вмісту вологи в ґрунтах і рослинах та для виділення гідротермальних об'єктів.

Відомо, що Земля не тільки поглинає променеву енергію, але й випромінює її. Залежність інтенсивності інфрачервоного випромінювання від температури об'єктів лежить в основі теплової зйомки ДЗЗ. Так, за температурними контрастами вдається виділяти вулкани, течії в океані, виявляти зони підземних пожеж, контролювати стан енергетичних і іригаційних систем тощо.

Великий вплив на температурні контрасти має вологість поверхні внаслідок її охолодження при випаровуванні. У зв'язку з цим, у ранкові години добре виділяються холодні зволожені ділянки місцевості. Однією з причин температурних контрастів є конвективний тепловий потік з надр Землі, який нерідко пов'язаний з тектонічними порушеннями [20]. Важливою особливістю ДЗЗ є наявність між об'єктами і реєструючими приладами проміжного середовища, що впливає на випромінювання: це товща атмосфери і хмарність. Атмосфера пропускає промені різної довжини хвиль вибірково, поглинає частину відображених променів. В атмосфері є кілька «вікон прозорості», які пропускають електромагнітні хвилі з мінімальним ступенем спотворень (рис. 1.4).

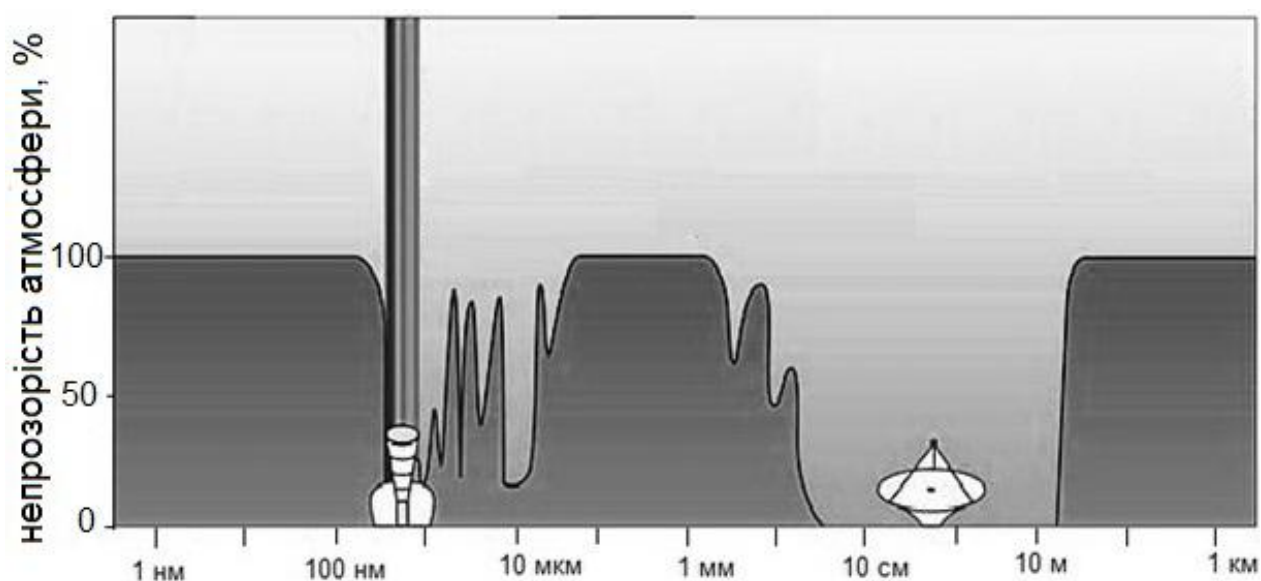


Рис. 1.4. Прозорість атмосфери для променів різної довжини хвиль

Поглинання атмосферою випромінювання залежить насамперед від поглинання парами води, а також вуглекислим газом, озоном. У видимій області спектра атмосфера досить прозора. Тільки хмари можуть істотно поглинати випромінювання. В інфрачервоній області поглинання найвище, тут існує лише кілька вікон: в інтервалах 3 – 5 мкм і 8 – 14 мкм. Для хвиль радіодіапазону атмосфера повністю прозора, що робить актуальним ДЗЗ в цій частині спектра. У зв'язку з цим, практично всі знімальні системи працюють тільки в тих спектральних діапазонах, які відповідають вікнам прозорості.

Метеорологічним явищем, що істотно впливає на якість знімків, є хмарність. З одного боку, хмари є перешкодою при зйомці, так як їх наявність призводить до того, що практично закриваються для спостереження значні території земної поверхні. З іншого боку, хмарність змінює освітленість території зйомки, що може бути використано, наприклад, при вивченні гірських районів, так як при цьому практично відсутні тіні. Для зниження залежності від характеру атмосферних явищ (в першу чергу – прозорості атмосфери) в ДЗЗ використовується багатоканальне обладнання пасивного і активного типів, реєструючи електромагнітне випромінювання в різних діапазонах.

Запитання для самоконтролю

- 1. Які фізичні принципи покладені в основу дистанційного зондування Землі?*
- 2. У загальних рисах дайте характеристику власного, відбитого, природного і штучного видів випромінювання.*
- 3. Які методи зондування відносяться до пасивних, а які до активних?*
- 4. Які діапазони електромагнітних хвиль використовуються для ДЗЗ?*
- 5. Дайте загальну характеристику відбивних властивостей відслонення гірських порід та ґрунтів.*
- 6. Дайте загальну характеристику відбивних властивостей рослинності.*
- 7. Дайте загальну характеристику відбивних властивостей водної поверхні, водойм та снігового покриву.*
- 8. Що таке «вікна прозорості» атмосфери?*
- 9. Як хмарність впливає на якість аерокосмічних знімків?*

1.2. Історія розвитку дистанційного зондування Землі

Історія дистанційного зондування Землі бере свій початок з тих часів, коли обстеження територій проводилося з високих ділянок місцевості. Саме так перші натуралісти використовували переваги огляду з висоти. До наших днів дійшли зображення різних географічних об'єктів у вигляді планів на стінах будівель, виконаних ще в Стародавньому Римі. У XVIII столітті отримували знімки-малюнки об'єктів за допомогою камери-обскури з вершин гір, високих дерев, щогл кораблів тощо.

Однак справжнім проривом в даній галузі стала поява перших літальних апаратів – повітряних куль, які використовувалися для огляду позицій противника і коректування вогню в військових конфліктах. Вперше згадується застосування надувних куль для повітряної розвідки в ході франко-австрійської війни в 1794 році (рис. 1.5). Американські історики описують коригування артилерійського вогню з повітряної кулі під час громадянської війни в США (1861-1865 р.р.). Відразу після винаходу фотографічного методу, він став широко використовуватися в аерофотозніманні. У 1859 році французький офіцер, близький друг письменника-фантаста Жуля Верна, Гаспар Турнашон сфотографував з повітряної кулі з висоти 80 метрів село Petit-Vicetre недалеко від Парижа (рис. 1.6). У царській Росії перші

фотознімки з повітряної кулі були виконані в 1886 році поручиком Кованько А.М. Він з висоти 800 метрів виконав аерофотозйомку Петербургу (рис. 1.7).

Надалі, розвиток дистанційного зондування Землі визначався успіхами авіації. Як тільки літаки стали більш-менш надійним і безпечним засобом транспорту, їх тут же стали використовувати для аерозйомки поверхні Землі. Першу аерофотографію з літака зробили Райт і Бонвілан у Франції в 1908 році. Однак головним додатком такої аерозйомки, як і у випадку більшості прогресивних технологій того часу, була військова справа. Так в 1914 році, під час першої світової війни, літаки з фотоапаратами вже широко застосовувалися для повітряної розвідки (рис. 1.8).

У 20-ті роки ХХ століття з'являються перші приклади застосування аерозйомки в господарських цілях. Так, з 1924 року в СРСР проводяться цілеспрямовані роботи з використання аерофотознімків при створенні топографічних карт недосліджених або недостатньо вивчених районів. Техніка та методика зйомок відпрацьовувалася при вивченні продуктивності лісів у басейні річки Мологи. Пізніше були проведені зйомки фарватеру Волги. Ця річка на деяких ділянках нерідко змінювала фарватер, з'являлися мілини, коси, пересипи, що сильно заважали судноплавству.

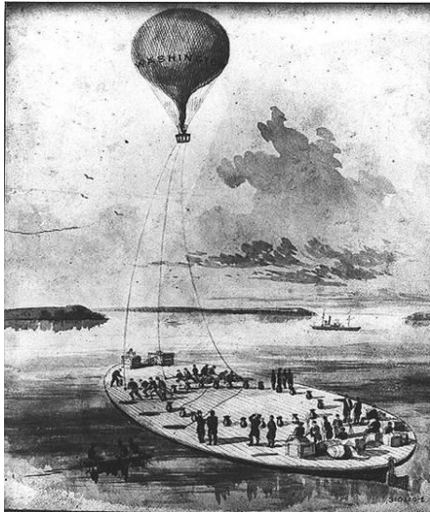


Рис. 1.5. Застосування надувних куль для повітряної розвідки в франко-австрійської війни 1794 р.



Рис. 1.6. Перший знімок Землі, виконаний Гаспаром Турнашоном з повітряної кулі (село Petit-Bicetre)



Рис.1.7. Знімок, отриманий поручиком А. Коваленко 18.05.1886 р. з повітряної кулі (м. Санкт-Петербург, Палацова пл.)



Рис.1.8. Аерофотознімання під час Першої світової війни

У 30-ті роки ХХ століття в Радянському Союзі формуються спеціальні авіазагони, завданням яких було проведення безперервної аерофотозйомки території країни. Створюються перші наукові центри й інститути з дешифрування одержуваних аерофотознімків з метою їх подальшого використання в народно – господарському комплексі. Аерофотознімки стали застосовуватися в геології для вивчення структурних елементів земної кори, пошуку родовищ корисних копалин. До цього ж часу відноситься перший досвід використання аерофотозйомки для вивчення пустель, річок, боліт та інших елементів рельєфу. Аерозйомка стає новим знаряддям для роботи у важкодоступних районах, у тому числі і в Арктиці.

Як одне з найважливіших технічних досягнень цього періоду, слід віднести роботи Джон Логи Баїрд по створенню перших скануючих систем, здатних передавати зображення на Землю. На жаль, друга світова війна не дала можливості цьому талановитому вченому закінчити ці дослідження.

Незважаючи на те, що серед усіх сфер застосування методів дистанційного зондування Землі в роки війни (1941-1945 р.р.) безроздільно панувала військова справа (перш за все, мова йде про розвідку і картографування), тим не менш, слід зазначити, що війна дала новий імпульс розвитку технічних можливостей, методів отримання та інтерпретації знімків з повітря. Подальший розвиток отримали літальні апарати, зросла точність знімальної апаратури. Під час війни з'явилися прилади, чутливі до інфрачервоного випромінювання, а також перші радіолокаційні системи, засновані на випромінюванні радіохвиль і реєстрації їх відбиття від об'єктів, що знайшло своє призначення при виявленні повітряних, морських і наземних об'єктів.

У післявоєнний період, застосування аерофотознімання в господарських цілях починає набирати все більших обертів, захоплюючи нові галузі господарства і стаючи звичним і повсякденним інструментом картографів, сільськогосподарських і лісогосподарських робітників, екологів, геологів. Так, у 1948 році за допомогою аерофотозйомки була складена топографічна мапа СРСР масштабу 1: 100000.

При використанні аерознімків виникла необхідність в отриманні дрібномасштабних зображень. Це зажадало збільшення висоти підйому літаків, і до кінця 50-х р.р.. американські літаки «U-2» стали отримувати знімки з висоти 20 км.

Новий етап у розвитку дистанційного зондування Землі тісно пов'язаний з появою штучних супутників. Ці нові носії систем спостереження та реєстрації (фото- і телекамери, різноманітні зонди та сканери) показали свою більш високу ефективність і інформаційність, поступово витіснивши аерозйомку. При цьому слід зазначити, що науковою та методичною основою для космічних методів ДЗЗ стали знання та методи аерозйомки.

Сьогодні важко достеменно сказати, коли була зроблена перша фотографія з космосу. В усякому разі перші документально зареєстровані знімки земної поверхні були отримано 24 жовтня 1946 року з допомогою збудованої в США ракети А-4, яка піднялася на висоту 104,6 км, при цьому фотоапарат, що стояв на борту, знімав зі швидкістю 40 кадрів на хвилину. Пробувши в космосі всього кілька хвилин, А-4 розбилася при посадці. Фотоапарат зберегти не вдалося, але броньовані касета з плівкою залишилася неушкодженою. Так був отриманий перший космічний знімок Землі (рис. 1.9). До цього самими «висотними» знімками Землі були фотографії, зроблені з аеростата Explorer II, який піднявся в 1935 році на висоту понад 22 км.

Перший американський супутник-фоторозвідник, створений за програмою *Corona* з метою отримання зображень земної поверхні (насамперед території СРСР та Китаю), був запущений на навколосезну орбіту 8 лютого 1959 року. Кожен супутник *Corona* був оснащений спеціальними об'єктивами ультрависокого дозволу, спеціальною фотоплівкою, що витримувала космічний холод, і спускаючими апаратами, які повертали відзнятий матеріал на Землю (рис. 10а). З 1960 по 1972 рік у рамках даного проекту на орбіту Землі було виведено 121 супутник, які відзняли 800 000 зображень або близько 689 000 метрів плівки.

У 1959 році в СРСР приймається рішення про розробку власної системи супутникової розвідки. С. Корольов пропонує проектувати обладнання на базі пілотованого космічного корабля «Восток». Перший радянський супутник (рис. 10б) з фотоапаратурою зйомки Землі «Зеніт-2» був запущений 16 квітня 1962 під індексом «Космос-4». Тридобовий політ «Зеніта-2», відкрив еру найважливішою космічної діяльності – ефективною стратегічної розвідки і багатоцільового вивчення планети Земля.



Рис. 1.9. Перші космічні знімки Землі

Роздільна здатність фотокамер перших супутників-шпигунів становила 10-15 метрів. Однак, протягом кількох років експлуатації, вона була доведена до 8, а потім і 1,5 метрів, що дозволило операторам розрізняти типи літаків за силуетами, підрахувати число автомашин на паркуванні, розглядати замасковані в тайзі під'їзні шляхи до засекречених об'єктів тощо. У даний час на орбіті знаходяться вже супутники з апаратурою, просторове вирішення якої, становить 0,3 метра.

З часом, отримані військовими напрацювання інтегрувалися в цивільний сектор. Стало очевидно, що космічна зйомка – ефективне джерело інформації для різних галузей економіки. На орбіті почали з'являтися комерційні космічні апарати, в основу створення яких були покладені військові технології. Перша система дистанційного зондування Землі була метеорологічного призначення. Піонером ДЗЗ

вважається космічний апарат «Tiros-1» з телевізійними системами на борту, запущений в США 1 березня 1960 року. У СРСР перший метеорологічний супутник «Космос-122» почав функціонувати в 1966 році.

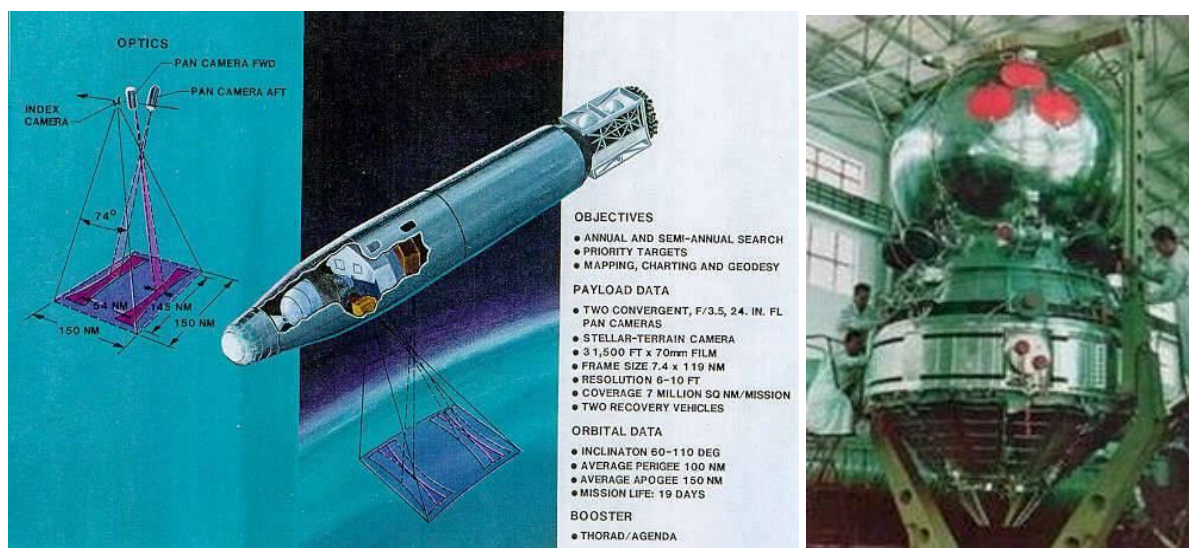


Рис. 1.10. Перші супутники-фоторозвідники, створенні за програмами США (а) та СРСР (б) з метою отримання зображень земної поверхні

Звичайно, протягом десятиліть роздільна здатність цивільних орбітальних об'єктів не йшла ні в яке порівняння з військовими супутниками. Так перші знімки, зроблені з цивільних супутників, годилися тільки для вивчення глобальних атмосферних процесів, а також для дрібномасштабного дослідження океанічних, геологічних та геоморфологічних об'єктів. Сьогодні багато супутників мають апаратуру з роздільною здатністю 1 метр і вище.

Слід зазначити, що розвиток методів дистанційного зондування за схарактеризований період, йшов не тільки в напрямку підвищення роздільної здатності знімків, але й в напрямку «освоєння» різних діапазонів електромагнітного спектра. Якщо на початку, головним спектральним діапазоном, в якому здійснювалося дистанційне зондування Землі був видимий діапазон, то, починаючи з 60-70-х р.р. XX століття, на аеро- і космічні літальні апарати стали ставити апаратуру, що працює в межах різних ділянок інфрачервоного і мікрохвильового діапазонів [7].

Розвиток мікрохвильового дистанційного зондування проходив настільки активно, що вже на початку 1980-х років радіометоди успішно застосовувалися для визначення стану рослинності, вивчення фізичних властивостей ґрунтів, дослідження снігового і крижаного покривів, вивчення водойм. Широкий розвиток отримало зондування в інфрачервоному діапазоні при визначенні температурних характеристик підстиляючих поверхонь (водних і сухопутних).

З середини 70-х років XX століття на більшості супутників стали встановлюватися багатоканальні системи. Одним з перших супутників з багатоканальною системою зйомки був запущений США 23 липня 1972 «Landsat-1», обладнаний камерами для отримання фотографічного зображення Землі у видимому і ближньому інфрачервоному діапазонах з просторовим дозволом 75 метрів і чотирьох-канальним сканером для радіометричної зйомки з просторовим розширенням 60 метрів.

Великим технологічним проривом став запуск у 1976 році першого супутника оптико-електронної зйомки КН-11 «Crystal» з передачею даних по радіоканалу в режимі реального часу. Це означало нову віху в ДЗЗ, а саме перехід від фотоплівки з низькою оперативністю доставки матеріалів в капсулах – до цифрових зображень з використанням цифрових матриць в режимі зйомки в реальному часі. Дана система передачі даних сьогодні використовується у всіх супутниках, які знаходяться на навколоземній орбіті.

Іншим революційним кроком стало застосування для топографічної зйомки супутникової радіолокаційної інтерферометрії, в якій висотні параметри рельєфу оцінюються за різницею фаз сигналів, прийнятих двома рознесеними в просторі антенами. У 2000 році космічне агентство NASA виконало 11-добовий політ космічного човника «Шаттл» за програмою *SRTM* з метою створення глобальної цифрової моделі рельєфу Землі. Результатом обробки даних вимірювань, що тривали кілька років, стала серія цифрових моделей рельєфу Землі. Використання цих моделей у поєднанні з досягненнями супутникової геодезії та навігації привело до створення віртуальних моделей Землі, наприклад, **Google Earth** (з моделюванням рельєфу на кулі).

Подальший розвиток ДЗЗ з космосу пов'язаний з широким застосуванням результатів зондування в різних сферах діяльності: картографії, геології, метеорології, екології, сільському господарстві тощо. Ринок супутникових знімків сьогодні розвивається найдинамічніше в інформаційній сфері.

Незважаючи на той факт, що космічна зйомка істотно потіснила аерозйомку, проте цей вид ДЗЗ залишається актуальним. Сьогодні в світі аерозйомка використовується при проведенні великомасштабних досліджень з високим дозволом і з застосуванням малої авіації, мотодельтапланів і безпілотних літальних апаратів.

Запитання для самоконтролю

- 1. Назвіть перші приклади використання повітряних куль для огляду та зйомки територій.*
- 2. Назвіть перші приклади використання авіації для аерозйомки поверхні Землі.*
- 3. У загальних рисах розкрийте роль аерозйомки для народного господарства СРСР.*
- 4. Коли була зроблена перша фотографія Землі з космосу?*
- 5. У загальних рисах дайте характеристику розвитку космічного етапу дистанційного зондування Землі.*

1.3. Носії знімальної апаратури

Для виконання дистанційного зондування Землі знімальна апаратура встановлюється на носій, який піднімає її на потрібну висоту, переміщує щодо земної поверхні і забезпечує певне орієнтування в просторі. Рис. 1.11 ілюструє багатоярусний принцип дослідження Землі, що передбачає розділення носіїв на три групи: *наземні* (в тому числі і надводні), *авіаційні* та **космічні**, а рис. 1.12 демонструє зміну обхвату території зйомки і масштабу одержуваних знімків залежності від висоти зйомки.

1.3.1. Наземні носії

Найбільш древні розвідувальні конструкції на Землі – спостережні вежі (вишки, щогли). Саме з таких споруд проводилися перші замальовки рельєфу місцевості. Спостережні вежі (вишки, щогли) представляли собою стаціонарні кам'яні, дерев'яні або металеві конструкції. У сучасних умовах спостереження здійснюються за допомогою телекамер, встановлених на збірних алюмінієвих щоглах, що легко монтуються. Рекомендована висота спостережних вишок – 25 – 35 м, щогли можуть встановлюватися на більш велику висоту. Оптимальна відстань між пунктами спостереження – 10 – 12 км, але при використанні телеустановок ця відстань може збільшуватися практично вдвічі. Слід зазначити, що в даний час зйомка з наземних носіїв застосовується досить рідко, головним чином, при проведенні тривалих за часом спостережень за динамічними географічними об'єктами або процесами.

1.3.2. Авіаційні носії

Для аерозйомки зазвичай використовуються серійні літаки, спеціально пристосовані для установки знімальної апаратури (аерофотоапарати, сканери, радіолокатори). У СРСР (та в Україні) це: ТУ-134, ІЛ-18, АН-12. Із зарубіжних аналогів це - Cessna (США) та L-410 (Чехословаччина). Першим вітчизняним літаком, спеціально сконструйованим для аерозйомки є АН-30 (рис. 14а). На літаку встановлено комплекс обладнання, що забезпечує виконання польотів вдень і вночі, і комплекс автоматичного і напівавтоматичного обладнання для аерофотозйомки. У середній частині фюзеляжу обладнані п'ять фотолюків, з яких можна виробляти планову та перспективну аерофотозйомку. Крім того, літак забезпечений протівібраційним пристроєм, що виключає бічний знос за рахунок вітру. Зйомку з літака АН-30 виконують в інтервалі висот 3000-6000 метрів.

Спеціальні види аерозйомок затребували розробки спеціальних видів літаків. Так, наприклад, для забезпечення розвідувальних польотів на великих висотах в США з кінця 50-х років ХХ століття використовувався літак U-2. У СРСР з початку 90-х років ХХ століття і по теперішній час для зондування Землі з 20-ти кілометрової висоти застосовується літак М-55. Можливість М-55 здійснювати політ на великих висотах відкривають перспективи і інших варіантів громадянського застосування: екологічний моніторинг, картографія, дистанційне зондування Землі в інтересах пошуку корисних копалин, патрулювання акваторій тощо.

Для проведення великомасштабних досліджень сьогодні широко використовуються легкі літаки або мотодельтаплани. Як приклад можна привести малорозмірний літак «Сигма-4», зі встановленим авіаційним діагностичним комплексом «Пошук» (рис. 1.13б). На літаку встановлено багатоспектральна апаратура дистанційного зондування з цифровим фотоапаратом D-100 і бортовим комп'ютером. Літак дозволяє проводити зйомку на висоті від 100 до 3000 метрів. Слід мати на увазі, що аерофотозйомка із застосуванням авіаційних комплексів, вимагає високих економічних витрат на обслуговування і заправку, що призводить до підвищення вартості кінцевої продукції. Крім того, вона неефективна при зйомці невеликих і малих об'єктів. У зв'язку з цим останнім часом все більше застосування отримують прив'язні аеростати (рис. 1.13в). Оболонка аеростатів виготовляється із

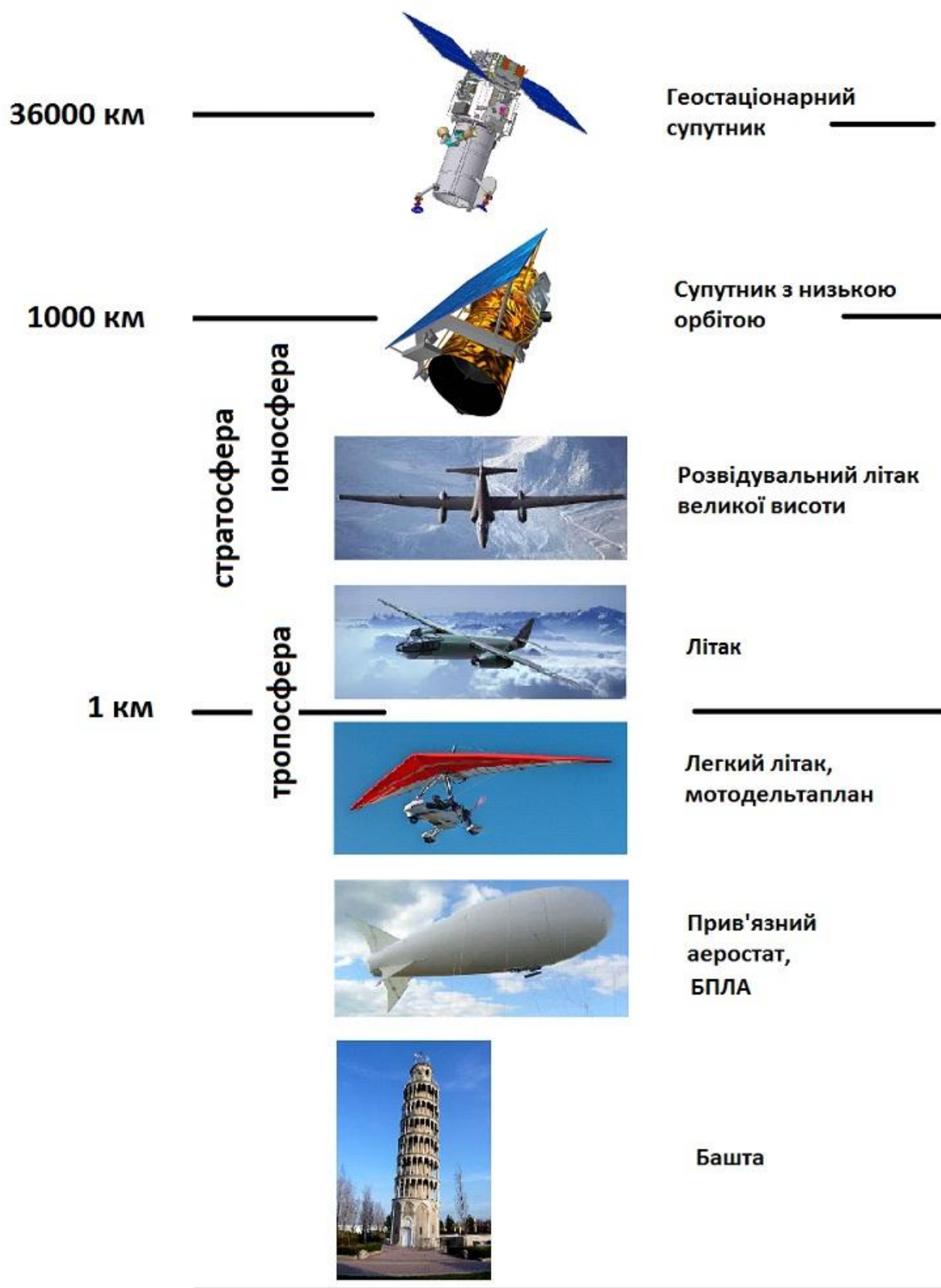
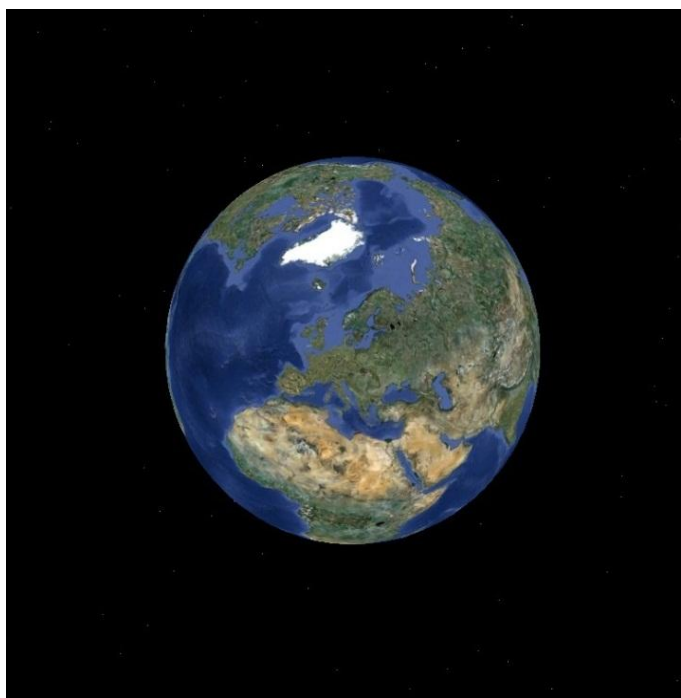
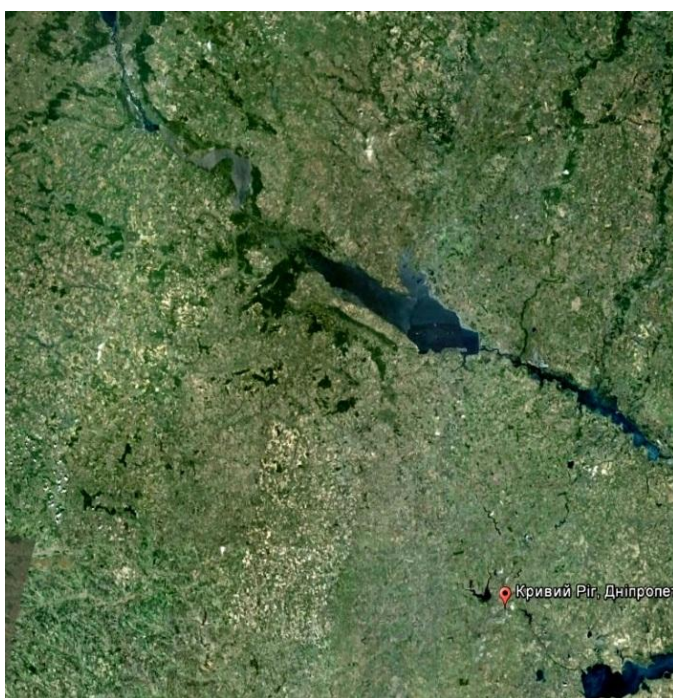


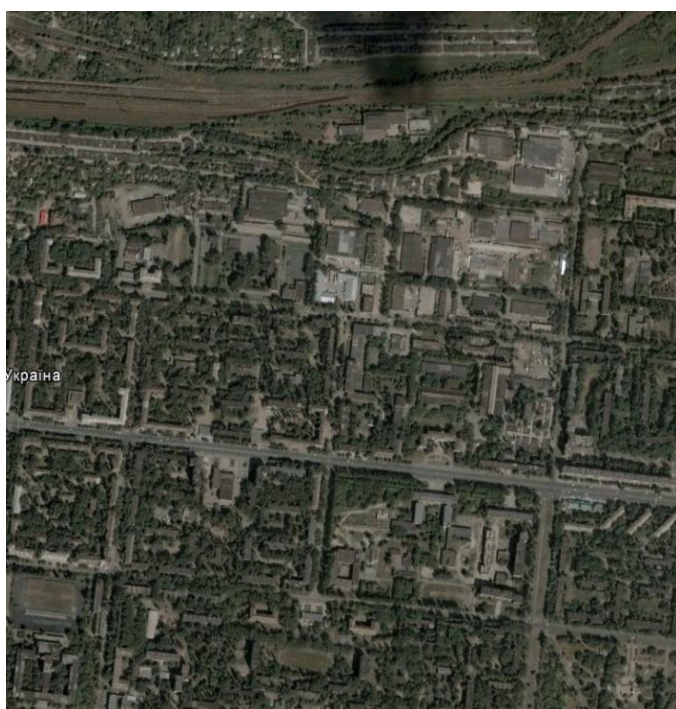
Рис. 1.11. Носії знімальної апаратури



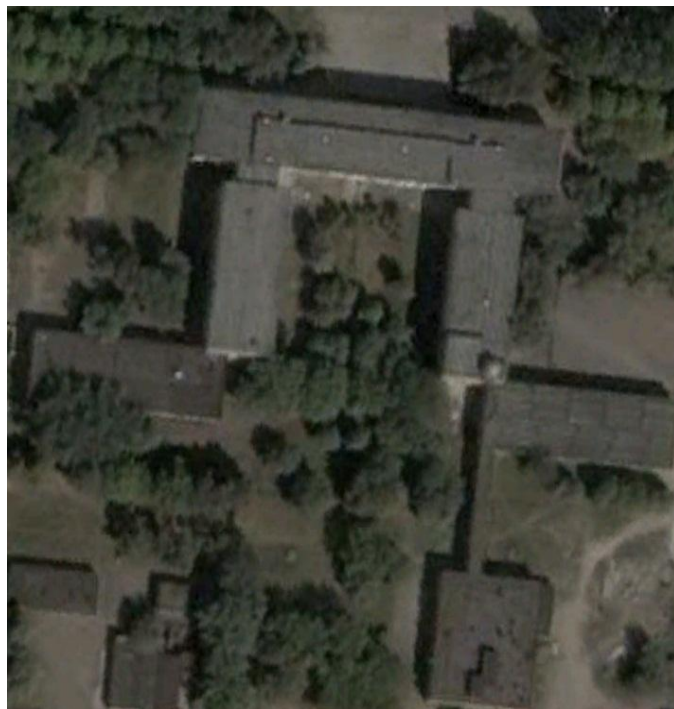
а



б



в



г

Рис. 1.12. Зміна обхвату території зйомки (студентське містечко Криворізького педагогічного інституту Державного вищого навчального закладу "Криворізький національний університет") і масштабу одержуваних знімків залежності від висоти зйомки: а – 36000 км (геостационарний супутник); б – 640 км (метеосупутник); в – 11 км (літак); г – 400 м (прив'язний аеростат)

спеціально розробленого багат шарового матеріалу на основі поліестеру високої міцності і заповнена гелієм. У повітрі аеростат утримується за допомогою спеціального канат-кабелю, який, з одного боку, забезпечує управління літального апарату, а з іншого – є пультом управління апаратурою дистанційного зондування. Аеростати можуть залишатися в повітрі без дозаправки гелію до 20 – 30-ти днів.

Для проведення зйомки в умовах з обмеженим простором, поблизу сторонніх об'єктів (наприклад, зйомка території міста), а також в зонах надзвичайних ситуацій (наприклад, в зонах військових дій) все ширше стали застосовуватися безпілотні літальні апарати (БПЛА). Стимулом до розвитку безпілотної авіації послужило успішне використання БПЛА арміями США та Ізраїлю в ході військових операцій (Перська затока, Близький Схід та ін.) Безпілотний літальний апарат (рис. 1.13г) – це літальний апарат без екіпажу, на борту якого використовується аеродинамічний принцип створення підйомної сили за допомогою фіксованого (літаковий тип) або обертового крила (вертолітний тип), оснащений двигуном і має корисне навантаження і тривалість польоту, достатні для виконання спеціальних задач [42]. На сьогоднішній день БПЛА для аерозйомки – це в основному легкі апарати з класів «мікро» (до 5 кг) і «міні» (до 30 кг), що забезпечують зйомки на висотах від 5 до 200 метрів.

Слід зазначити, що технологія аерофотозйомки з БПЛА сьогодні в значній мірі відпрацьована і застосовується більш ніж в 60 країнах світу. Головна проблема – це забезпечення геометричних параметрів зйомки з БПЛА. У зв'язку з цим, практично всі сучасні аерозйомочні комплекси ДЗЗ обов'язково включають систему супутникової навігації GPS (або ГЛОНАСС) для визначення координат точок фотографування та контролю пілотажно-навігаційних параметрів з управлінням аерофотознімальним процесом загалом.

У залежності від просторового положення осі знімальної апаратури, розрізняють **вертикальну, планову** та **перспективну** аерозйомку (рис. 1.14).

Вертикальна аерофотозйомка проводиться при повністю вертикальному положенні фотооптики. Цей вид зйомки найбільш складний і застосовується для створення топографічних карт місцевості, дозволяє здійснити точну прив'язку до географічних координат. Для цього типу зйомки бажана максимальна висота зйомки, для зменшення похибок. Вертикальну аерофотозйомку також називають ортофотопланом (рис. 1.15а).

Планова аерофотозйомка виконується при відхиленні оптики фотоапарата не більше п'яти градусів від вертикального положення. Вона використовується частіше, в порівнянні з вертикальною аерозйомкою. Масштаб і деталізація аерофотознімків залежить від висоти зйомки і від застосовуваної фотоапаратури. При цьому слід мати на увазі, що масштаб планового знімка різний у різних його частинах. Однак, враховуючи, що кути нахилу планових аерофотознімків малі і спотворення невеликі, масштаб їх на практиці визначається за тією ж формулою, що й для вертикальних аерофотознімків. Найчастіше планові аерофотографії застосовуються в процесі картографування поверхні Землі, екологічного та ландшафтного моніторингу, планування розташування різних наземних об'єктів (рис. 1.15б). Планова аерофотозйомка так само, як і вертикальна найчастіше використовується для створення карт різного масштабу.



а



б



в



г

Рис. 1.13. Авіаційні носії знімальної апаратури: а – літак АН-30; б – малорозмірний літак «Сигма-4»; в – прив'язний аеростат; д – безпілотний літальний апарат

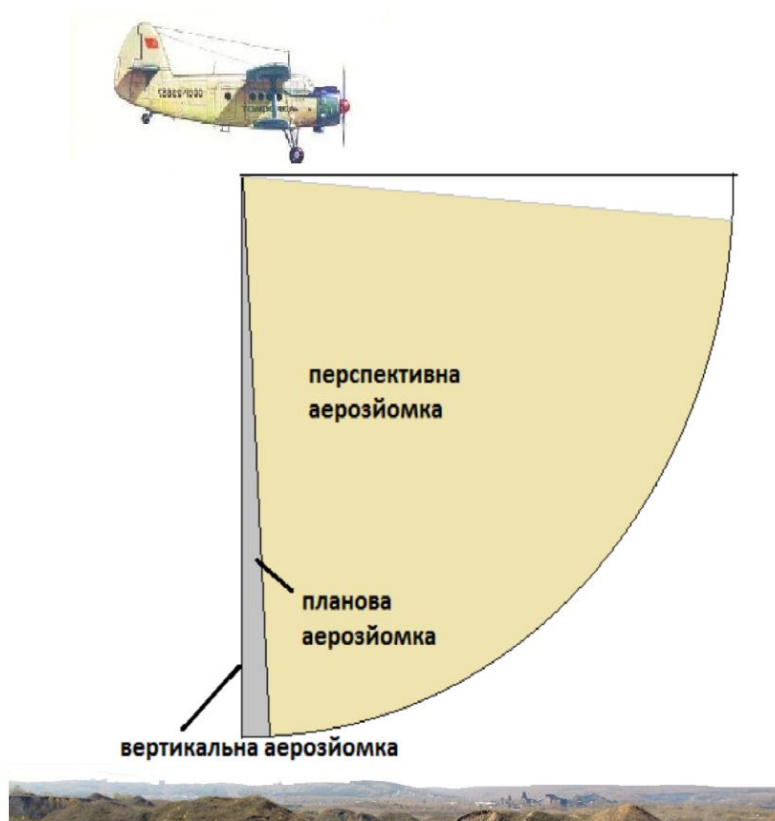


Рис. 1.14. Види аерозйомок



а



б



в

Рис.1.15. Приклади різних видів аерофотозйомки: а – вертикальна; б – планова; в – перспективна

Перспективна аерофотозйомка проводиться при відхиленні осі фотооптики більше 5 градусів від вертикалі і не менше 6 градусів від горизонталі. Перспективні аерофотознімки в різних частинах мають різкі відмінності в масштабах зображення, що залежать від того, в якому напрямку взято вимірюваний відрізок. Тому перспективні аерофотознімки використовують переважно при оглядових зйомках території (рис. 1.15в).

Залежності від характеру покриття місцевості, розрізняють аерофотозйомку **маршрутну (лінійну), майданну і кадрову**.

Маршрутна аерофотозйомка – повітряне фотографування смуги місцевості за довільним маршрутом, послідовні аерофотознімки якого перекриваються на задану величину перекриття P_x , складаючи зазвичай 56-60% [20]. В залежності від об'єкта, що підлягає аерофотозніманню, маршрути польотів можуть бути прямолінійними (ряд кварталів лісу, лісові смуги та ін.), ламаними, або криволінійними (уздовж русла річки, узлісся та ін.) Маршрутна аерофотозйомка, що складається з одного, двох або трьох маршрутів, застосовується на дорожньо-будівельних, лісотранспортних, водно-меліоративних та інших роботах, що проводяться в межах вузької смуги місцевості.

Майданна аерофотозйомка – фотографування площі по серії паралельних прямолінійних аерознімальних маршрутів, прокладаються зазвичай із заходу на схід. Процес аерофотозйомки полягає в тому, що, дотримуючись за можливості заданого прямолінійного напрямку і заданої висоти польоту (не менше 400 метрів), знімальна апаратура через рівні інтервали здійснює зйомку земної поверхні. Ці інтервали визначають з таким розрахунком, щоб аерознімки перекривали один одного (поздовжнє перекриття). Знявши потрібний маршрут, літак розвертається і летить у зворотному напрямку паралельно першому маршруту, зберігаючи по можливості колишню висоту польоту. Аерознімки другого маршруту повинні частково перекриватися з першим (поперечне перекриття). Зазвичай поздовжнє перекриття встановлюється близько 60%, а поперечне – близько 30% (рис. 1.16). Майданна аерозйомка становить близько 80% від усіх видів зйомки.

Кадрова аерозйомка – це зйомка серії кадрів окремих об'єктів місцевості. Найбільш поширені кадрові зображення, які отримують в процесі планової або перспективної аерофотозйомки в оглядових цілях. До кадрової аерофотозйомки відносять також стереопари з двох-трьох аерофотознімків.

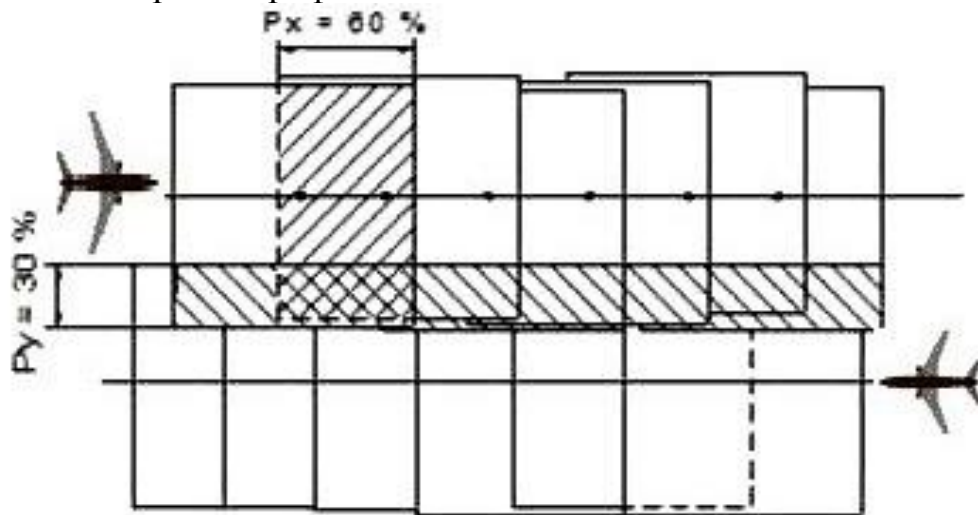


Рис. 1.16. Перекриття аерознімків при майданній аерозйомці

1.3.3. Супутникові носії

Сучасні космічні апарати (штучні супутники Землі) дистанційного зондування Землі є складні інтелектуальні технічні пристрої, що складаються з космічної платформи, системи управління (навігаційні прилади, датчики кутового положення, гіроскопи тощо) і спеціальної приймальної апаратури.

Відповідно до різноманітності наукових і прикладних задач, що вирішуються за допомогою штучних супутників Землі (ШСЗ), вони можуть мати різні розміри, масу, конструктивні схеми, склад бортового устаткування. Наприклад, маса найменшого ШСЗ всього 0,7 кг, у той час як радянський ШСЗ «Протон-4» мав масу близько 17 т.

Розрізняють *автоматичні* ШСЗ (науково-дослідні та прикладні), на яких робота всіх приладів і систем управляється командами, які надходять або з Землі або з бортового програмного пристрою, *пілотовані* кораблі-супутники і *орбітальні станції* з екіпажем. В ДЗЗ переважно використовуються автоматичні ШСЗ.

У даний час на навколосеземних орбітах перебуває близько 50 космічних апаратів ДЗЗ, що належать 15 країнам (Україна має в даний час 3 супутника ДЗЗ: «Океан», «Січ-1», «Січ-2»). Серед них виділяються метеорологічні, ресурсні, природно-ресурсні, картографічні, океанологічні та інші носії фотографічної, сканерної, радіолокаційної та інших видів апаратури.

Для виконання поставлених завдань необхідно, щоб ШСЗ був певним чином орієнтований в просторі, причому вид орієнтування визначається головним чином призначенням ШСЗ або особливостями встановленого на ньому обладнання.

Розташовуються сучасні супутники ДЗЗ в навколосеземному просторі на орбітах заввишки від 200 до 36000 км: космічні кораблі і пілотовані орбітальні станції – висота 180 – 400 км; ресурсні ШСЗ – 600 – 900 км; метеорологічні супутники – 900 – 1400 км; стаціонарні ШСЗ – до 36000 км.

Траєкторія руху штучних супутників Землі називається його *орбітою*. Супутники обертаються по еліптичній орбіті, проте для дистанційного зондування їх запускають в основному на кругові орбіти. Такий ШСЗ пролітає над різними ділянками Землі на однаковій висоті, що забезпечує рівність умов зйомки. Рух супутника визначається декількома параметрами, зміна яких викликає відповідні зміни в русі супутника. В результаті можна отримати орбіту з необхідними характеристиками.

Кут між площиною орбіти і площиною екватора називають *нахилом орбіти* (i). У загальному випадку нахил i орбіти ШСЗ лежить в діапазоні від 0° до 90° – *прямі орбіти* і від 90° до 180° – *зворотні орбіти*. У залежності від значення нахилу і висоти ШСЗ над поверхнею Землі, положення областей його видимості мають різні кордони широти, а залежно від висоти над поверхнею – і різний радіус цих областей. Чим більше нахил, тим на більш північних широтах може бути видно супутник, а чим він вищий – тим ширше область видимості (рис. 1.17а).

Екваторіальна орбіта – крайній випадок орбіти, коли нахил $i = 0^\circ$ (рис. 1.17б). Орбіти з малим нахилом i часто називають "*близько екваторіальними*". *Полярна орбіта* – другий крайній випадок орбіти, коли нахил $i = 90^\circ$ (рис. 1.17в). В цьому випадку супутник послідовно проходить над всіма ділянками поверхні Землі. Орбіти з нахилом i , близьким до 90° , називають "*приполярними*".

Сонячно-синхронна орбіта (рис. 1.17г) – особливий вид орбіти, часто використовуваний в ДЗЗ. Являє собою орбіту з такими параметрами, що супутник проходить над будь-якою точкою земної поверхні приблизно в один і той же місцевий час. Рух такого супутника синхронізовано з рухом лінії термінатора поверхні Землі. За рахунок цього супутник може летіти завжди над межею освітленої і неосвітленої сонцем території, або завжди в освітленій області, або навпаки – завжди в нічний, причому умови освітленості при прольоті над однією і тією ж точкою Землі завжди однакові. Такі умови дотримуються тільки для діапазону висот орбіт 600-800 км і нахил i повинен бути близько 98° . Через вплив збурень супутник поступово виходить з режиму синхронізації, у зв'язку з чим він періодично потребує корекції своєї орбіти за допомогою двигунів.

За висотою над поверхнею Землі орбіти супутників діляться на *низькоорбітальні*, *середньоорбітальні*, *високоорбітальні* і *геостаціонарні*. *Низькоорбітальними* зазвичай вважаються супутники з висотами від 160 км до 2000 км над поверхнею Землі (рис. 1.18а). Кутова швидкість супутників з такою орбітою максимальна – від $0,2^\circ / \text{с}$ до $2,8^\circ / \text{с}$, періоди обертання від 87 хвилин до 127 хвилин. Низькоорбітальні супутники використовуються переважно для телефонного двостороннього зв'язку, так як при цьому відбувається найменша затримка сигналу. В ДЗЗ вони застосовуються з оптичними й інфрачервоними системами.

Середньоорбітальними зазвичай вважаються супутники з висотами від 2000 км до 35786 км над поверхнею Землі (рис. 1.18б). Цю зону в основному "заселяють" супутники навігації та зв'язку, які покривають полюси Землі. Кутова швидкість - одиниці кутовий хвилини в секунду. Період обігу - від 127 хвилин до 24 годин.

Високоорбітальними вважаються супутники, що досягають висот понад 35786 км над поверхнею Землі (рис.1.19). Вони мають найменшу кутову швидкість і найбільший період обігу (більше 24 годин). Високоорбітальні ШСЗ, найчастіше, використовуються для передачі телевізійних і радіомовних програм. Крім того, вони використовуються для систем супутникового зв'язку і навігації, обміну даними тощо.

Геостаціонарні ШСЗ – це супутники, які мають період обертання навколо Землі, рівний зоряним добам ($23^{\text{г}} 56^{\text{х}} 4,09^{\text{с}}$). Нахил i орбіти нульовий (рис.1.20а). Геостаціонарні ШСЗ літають на висоті 35786 км над поверхнею Землі. Так як їх період обігу співпадає з періодом обертання Землі навколо своєї осі, то такі ШСЗ "висять" в небі на одному місці. Якщо нахил i не дорівнює нулю, то такі ШСЗ називаються *геосинхронні* (рис. 1.20б). Кожна орбіта має свої переваги і недоліки. Наприклад, полярна і нахилена орбіти мають істотний недолік: оскільки супутник рухається по цих орбітах, то для того, щоб відстежувати положення супутника, антену потрібно обов'язково підлаштовувати для отримання супутникового сигналу. Для цього потрібне спеціальне обладнання, яке коштує чималих грошей, крім того, їх дуже складно встановлювати і обслуговувати. Супутник, який рухається по геостаціонарній орбіті, здається нерухомим і начебто знаходиться постійно в одній точці. Це дуже зручно для ретрансляції сигналів.

Більшість супутників дистанційного зондування в даний час літає по геостаціонарних і полярних орбітах. Якщо геостаціонарні ШСЗ постійно забезпечують огляд однієї і тієї ж частини планети, зберігаючи незмінне положення щодо певної точки екватора, то полярні, перебуваючи на орбіті, площа якої

приблизно перпендикулярна площині обертання Землі, через певний період часу виявляються над заданим районом спостереження. Полярні орбіти істотно нижчі ніж геостаціонарні. Прилади, що розміщуються на полярно-орбітальних носіях, забезпечують кращий просторовий дозвіл і дозволяють отримувати високоякісні дані дистанційного зондування.

За характером покриття земної поверхні космічними знімками виділяють *одиначне фотографування, маршрутну, прицільну і глобальну* зйомки.

Одиначне фотографування виконується головним чином космонавтами ручними камерами. Знімки виходять перспективними із значними кутами нахилу.

Маршрутна зйомка проводиться вздовж траси польоту супутника. Ширина смуги зйомки залежить від висоти польоту й кута огляду знімальної системи. Для збільшення смуги огляду практикують «віялову» зйомку – поперек напрямку польоту двома або трьома знімальними системами високого дозволу.

Прицільна (виборна) зйомка призначена для отримання знімків спеціально заданих ділянок земної поверхні в стороні від траси.

Глобальну зйомку виробляють з геостаціонарних і полярно-орбітальних супутників. Чотири-п'ять геостаціонарних супутників на екваторіальній орбіті забезпечують практично безперервне отримання дрібномасштабних оглядових знімків всієї Землі.

Приклади супутників ДЗЗ, що використовують різні види орбіт.

Супутник "Ресурс-ДК1" (рис. 1.21а). Російський космічний апарат ДЗЗ. В залежності від цільового застосування експлуатується на еліптичних орбітах з нахилом i від 64° до 70° . Робоча орбіта супутника складає 350 – 604 км. Проводить зйомку земної поверхні з роздільною здатністю не гірше 1 метра. Ширина смуги, що знімається за один проліт – 27 км. Використовується для оновлення топографічних карт, лісовпорядних робіт, інвентаризації сільгоспугідь, моніторингу поверхні Землі, широкого кола екологічних завдань.

Супутники серії "NOAA" (рис. 1.21б). Американські метеорологічні природознавчі супутники літають над Землею з початку 70-х років. Супутники мають сонячно-синхронну орбіту, тобто кожен супутник проходить над будь-якою територією приблизно в один і той же місцевий час. Висота орбіти становить близько 800 км. Орбіти проходять поблизу полюсів Землі, і з урахуванням широкої смуги огляду це гарантує зйомку будь-якої ділянки поверхні з високою роздільною здатністю не менше 4 разів на добу з кожного супутника. Супутники виводяться на орбіту таким чином, щоб зйомка з різних супутників відносно рівномірно розподілялася за часом. Період обертання 102 хвилини. Супутники мають довжину близько 4 метрів, діаметр 2 метри й вага близько 1,5 тонни. Задовольняють потреби США, ставши надійною орбітальною системою, що передає інформацію в області екології, сільського та лісового господарства, метеорології, океанології та ін.

Супутник "LandSat7" (рис. 1.21в). Запущений США в 1999 році. Супутник знаходиться на полярній орбіті, і пролітає над всією поверхнею планети. При висоті 705 км на повне сканування поверхні необхідно 232 оберти, або 16 діб. Апарат важить 1973 кг, довжина 4,3 м, діаметр 2,74 м. Просторовий дозвіл до 15 метрів. Отримана інформація використовується в багатьох областях, зокрема, при прогнозуванні врожайності сільгоспкультур, оцінці запасів деревини і наслідків

стихійних лих, вивченні динаміки льодовиків, вмісту вологи в ґрунтах та визначення якості води тощо.

Супутники серії "Goes" (рис. 1.21г). Серія геостаціонарних супутників спостереження за навколишнім середовищем, що обертаються навколо Землі по геосинхронній орбіті зі швидкістю відповідної швидкості обертання Землі. Перебуваючи на висоті 35800 км над планетою, супутники забезпечують інформацією про стан поверхні Землі та навколишнього середовища через кожні півгодини. У них на борту встановлені прилади, які дозволяють вимірювати випущене Землею і відбите випромінювання, що дозволяє легко визначити атмосферну температуру, швидкості вітрів, вологість і щільність хмар. У зв'язку з цим, основним напрямом використання супутників є метеорологія.

Запитання для самоконтролю

1. *Які типи носіїв знімальної апаратури використовуються для виконання дистанційного зондування Землі?*
2. *Дайте загальну характеристику наземних носіїв знімальної апаратури.*
3. *Дайте загальну характеристику авіаційних носіїв знімальної апаратури.*
4. *Які види зйомок розрізняють залежно від просторового положення осі знімальної апаратури? Дайте характеристику.*
5. *Які види аерофотозйомок розрізняють залежно від характеру покриття місцевості? Дайте характеристику.*
6. *Дайте загальну характеристику космічних носіїв знімальної апаратури, їх типів.*
7. *Дайте загальну характеристику типів орбіт штучних супутників Землі.*
8. *Які види фотографування виділяють за характером покриття земної поверхні космічними знімками*

1.4. Аерокосмічні знімки

Основний продукт дистанційного зондування Землі – знімок. Він являє собою двовимірне зображення, отримане в результаті дистанційної реєстрації технічними засобами власного або відбитого випромінювання і призначається для встановлення якісних і кількісних показників об'єктів, явищ і процесів шляхом дешифрування, вимірювання та картографування. Перевага знімків полягає в тому, що вони абсолютно вільні від суб'єктивного сприйняття спостерігача.

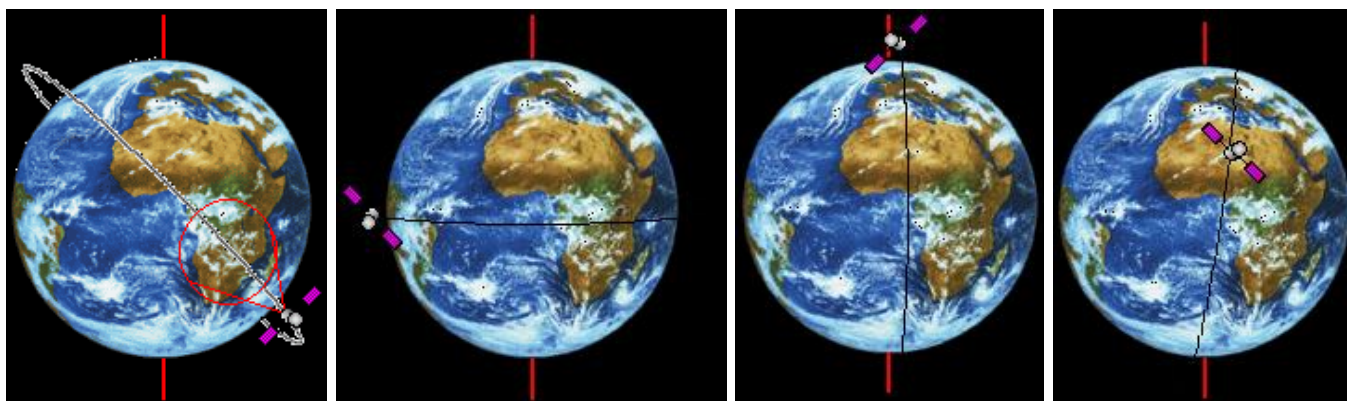
Аерокосмічні знімки, як інформаційні моделі місцевості, характеризуються низкою властивостей, серед яких виділяють образотворчі, радіометричні та геометричні [20].

Образотворчі властивості характеризують здатність знімків відтворювати дрібні деталі, кольори і тонові градації об'єктів.

Радіометричні властивості свідчать про точність кількісної реєстрації знімком яркостей об'єктів, а *геометричні* – характеризують можливість визначення за знімками розмірів, довжин і площ об'єктів та їх взаємного розташування.

Аерокосмічні знімки класифікуються по ряду характерних для них показників:

1. ***За видами носіїв*** знімальної апаратури виділяються:



а

б

в

г

Рис. 1.17. Типи орбіт супутників за нахилом: а – похила; б – екваторіальна; в – полярна; г – сонячно-синхронна

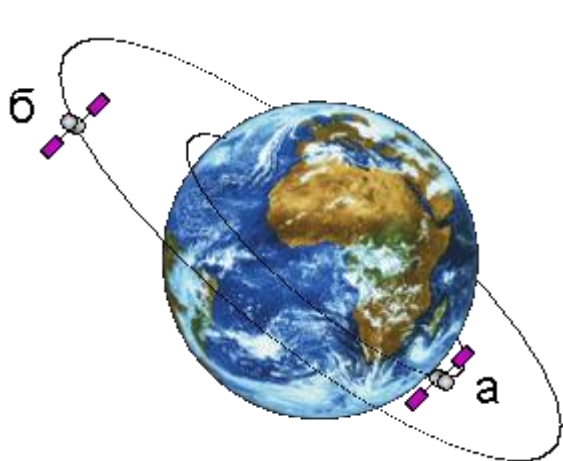


Рис. 1.18. Низькоорбітальний (а) і середньоорбітальний ШСЗ (б)

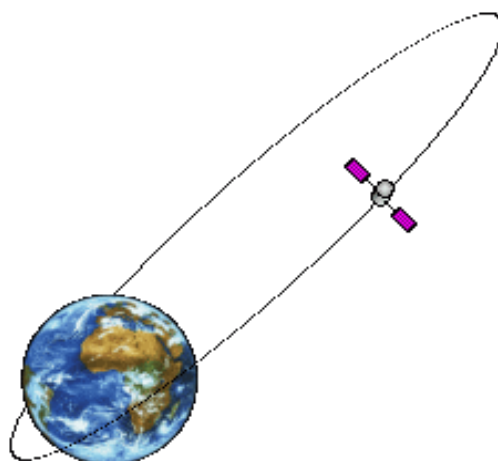


Рис. 1.19. Орбіта високоорбітального супутника

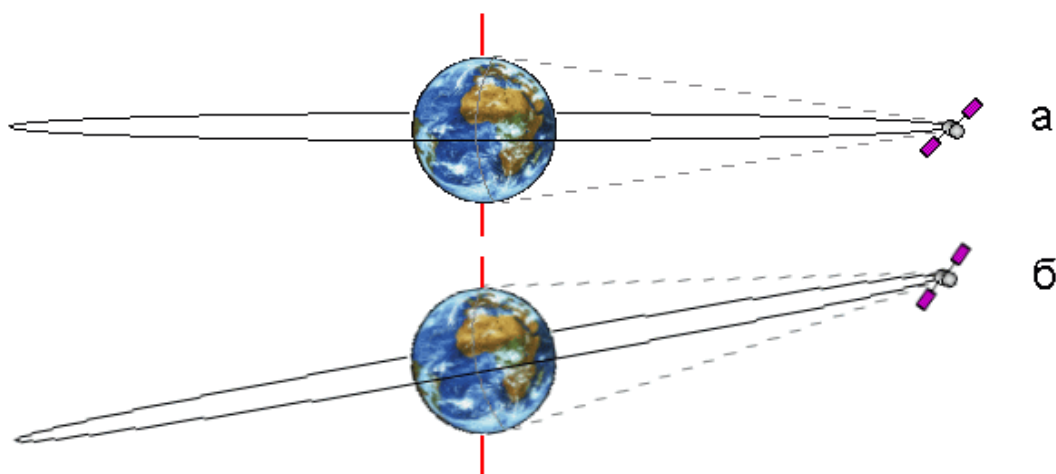


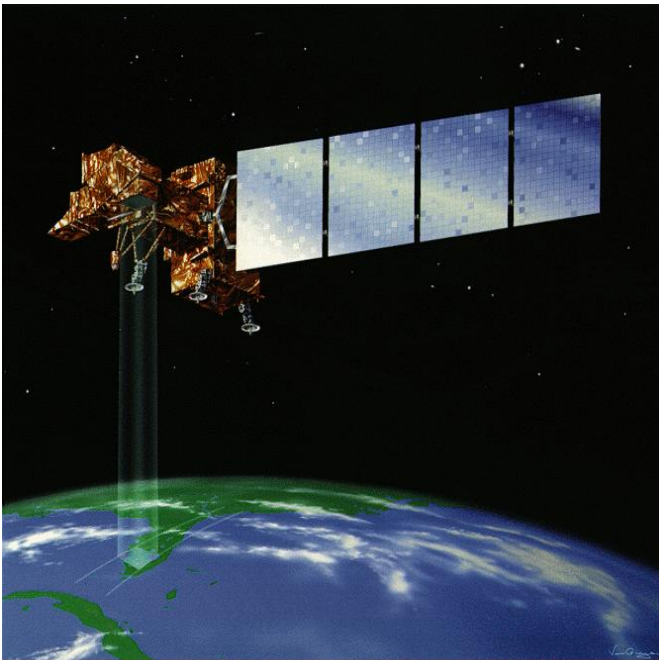
Рис. 1.20. Геостационарний (а) і геосинхронний (б) ШСЗ



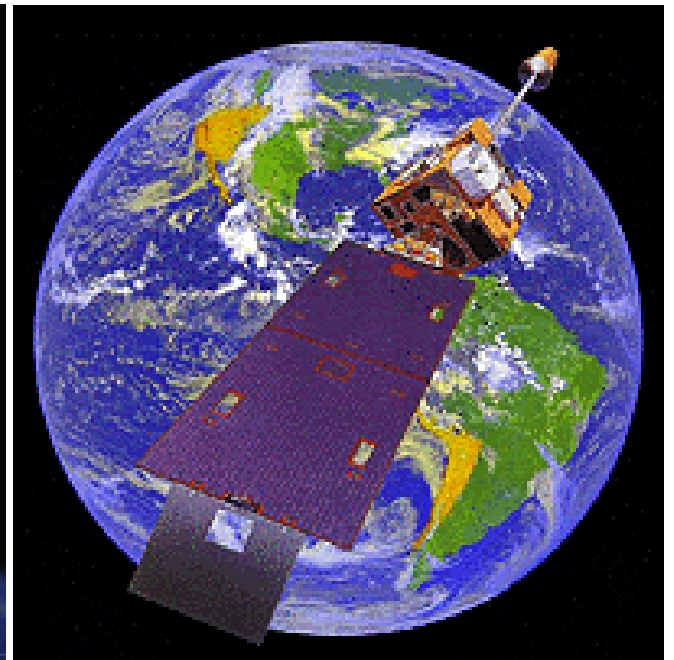
а



б



в



г

Рис. 1.21. Супутники ДЗЗ:
а – супутник "Ресурс-ДК1";
б – супутник серії "NOAA";
в – супутник "LandSat7";
г – супутник серії "Goes"

А. *Космічні* (або *супутникові*) знімки – це знімки, отримані з орбітальних супутників Землі.

Б. *Аерознімки* – знімки, отримані з авіаційних носіїв.

Хоча й принципів відмінностей у цих знімках немає, зображення з космосу відрізняються низкою особливостей, властивих тільки космічним методам і не властивих авіаційним методам ДЗЗ:

- *велика оглядовість* – завдяки зображенню на одному космічному знімку великих і значно віддалених один від одного ландшафтів можна вивчати одночасно великі території і виявляти значні риси будови землі, такі, як структура земної кори, планетарна система розломів, широтна географічна зональність, вертикальна поясність гірських країн та ін.;

- *комплексне відображення геокомпонентів* – синхронне зображення на одному знімку з космосу атмосфери (хмарності), гідросфери (моря, річки, озера, сніговий і льодовиковий покриви), літосфери (геологічна будова, рельєф), біосфери (рослинний і ґрунтовий покрив) і елементів культурного ландшафту дозволяє вивчати взаємозв'язок різних явищ і компонентів природного середовища;

- *регулярна повторюваність зйомок* – при послідовній зйомці з космосу одних і тих же територій однієї й тієї ж реєструючою системою можна вивчати з різними інтервалами часу повторюваність і поширення як сезонних ритмічних явищ природи (таких, як схід і становлення снігового покриву або початок і закінчення вегетації рослинності), так і катастрофічних (таких, як пилові бурі, урагани, землетруси тощо);

- *висока генералізація зображення* – космічні носії дозволяють побачити об'єкти, які через велику протяжність не знаходять відображення на аерознімках.

Сьогодні в світовій практиці використовуються як аерознімки, так і космічні знімки одночасно. Однак, як показує аналіз світового ринку даних ДЗЗ (рис. 1.22), якщо до кінця ХХ століття аерознімки домінували над супутниковими знімками, то з початку ХХІ століття космічні знімки вже істотно випереджають аерознімки і розрив між ними все більше збільшується.

2. За спектральним діапазоном виділяються:

А. Знімки, зроблені у *видимому діапазоні* корисні для кількісної оцінки кольору і текстури об'єктів;

Б. Знімки, зроблені в *ближньому інфрачервоному діапазоні* мало відрізняються від видимого;

В. Знімки, зроблені в *тепловому інфрачервоному діапазоні*, засновані на реєстрації власного випромінювання Землі;

Г. Знімки, зроблені в *радіодіапазоні*, найменш підданому впливу розсіючого і трансформуючого ефектів атмосфери.

Спектральний діапазон зйомки визначає головний, фундаментальний рівень класифікації, що враховує відбивні і випромінювальні характеристики об'єктів, відтворених на знімках (див. розділ 1.1).

3. За технологією отримання виділяються:

А. *Фотографічні знімки* – це зображення, отримані при зйомці поверхні Землі за допомогою фотоапаратів на фотографічних шарах різної чутливості. На фотознімках знаходять відображення оптичних характеристик об'єктів. Відносяться вони до найбільш традиційних джерел ДЗЗ. Зазвичай фотознімки отримували з

авіаносіїв і низькоорбітальних супутників. В даний час використовується фотоапаратура з високою роздільною здатністю, що дозволяє проводити зйомку з середньо – і високоорбітальних космічних апаратів. Охоплення знімків невелике – від 40 до 300 км.

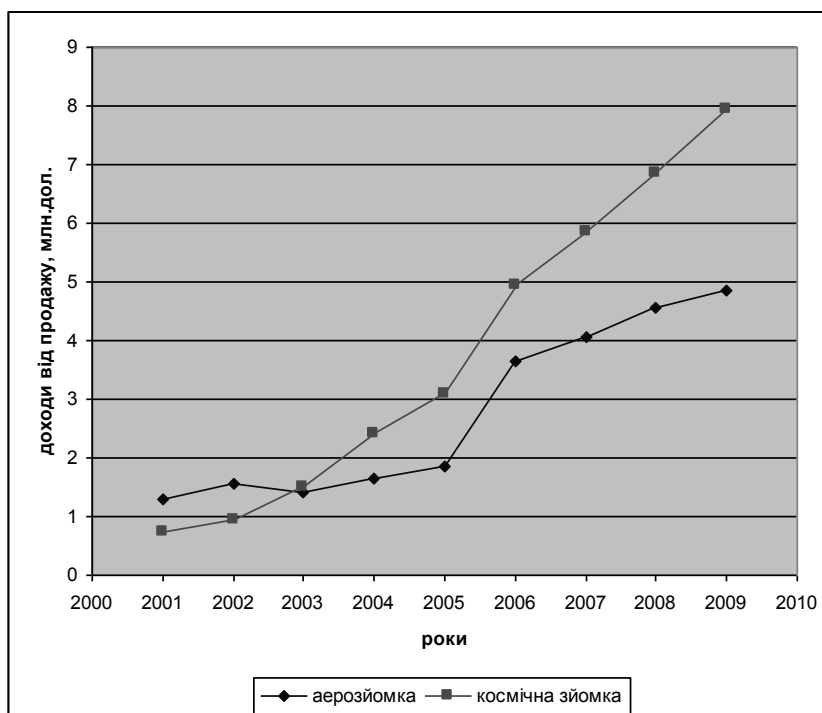


Рис. 1. 22. Аналіз світового ринку даних ДЗЗ

На сьогоднішній день фотографування проводять на наступних типах плівок: чорно-білу панхроматичну, чорно-білих інфрахроматичних, кольорових і спектрзональних (особливий тип плівок, на якій зображення виходить з перетвореною передачею кольорів, що дає можливість різкіше підкреслити відмінності об'єктів). Головна перевага фотографічних знімків полягає в тому, що вони передають зображення у звичному для сприйняття вигляді і відрізняються найвищою геометричною точністю, найбільш придатною для точних вимірювань.

Б. *Сканерні* знімки отримують при зйомках, проведених за допомогою оптико-механічних систем – сканерів. Сканер має скануючий блок (обертове дзеркало), який вловлює відбитий від Землі світловий потік, який через об'єктив потрапляє на датчик, що перетворює світловий сигнал в електричний. Як наслідок, за допомогою сканерів формуються зображення, що складаються з безлічі окремих, послідовно одержаних елементів (пікселів). Сканерні зображення можна отримати в усіх спектральних діапазонах.

Сканерна зйомка істотно поступається фотографічній за якістю знімків. Відмінності можна побачити, збільшивши зображення в кілька разів. При збільшенні фотографічного знімка на ньому будуть, до певної межі, проявлятися все більш дрібні деталі (рис. 1.23), а при збільшенні сканерного знімка на зображенні з'являються пікселі, усередині яких немає ніяких деталей (рис. 1.24).

Крім того, сканерні знімки великого охоплення мають суттєві геометричні спотворення, пов'язані з тим, що в межах знімка не дотримується сталість поперечного масштабу. Ці спотворення можуть бути усунені при обробці знімків за

допомогою комп'ютера. Дозвіл сканерних знімків сьогодні досягає 5 – 20 м. Обхват знімків варіює від 150 до 3000 км.

Важливою характеристикою сканерної зйомки є реєстрація найбільшої кількості енергетичних рівнів випромінювання при найбільш високій радіометричній точності. При цьому надходження інформації з носія в цифровій формі істотно полегшує її машинну обробку. Сканерні знімки надходять з метеорологічних і ресурсних супутників і використовуються для оперативних цілей і тематичного картографування.

В. *Радарні (радіолокаційні)* знімки – найважливіше джерело дистанційних досліджень. Використовуються в умовах, коли безпосереднє спостереження поверхні Землі утруднено різними природними умовами: щільною хмарністю, туманом тощо. Вона може проводитися і в темний час доби. Суть зйомки полягає в посиленні радіосигналу, що відбивається по нормалі від досліджуваного об'єкта і фіксується приймачем, встановленим на борту носія. Радіосигнал виробляється спеціальним генератором. Час повернення його до приймача залежить від відстані до досліджуваного об'єкта.

На радіолокаційних знімках відображаються шорсткість і вологість поверхні, її рельєф, особливості структури і складу порід, що складають поверхню, характер рослинного покриву. При певних довжинах хвиль випромінювання на знімках відображають підповерхневі неоднорідності ґрунту, ґрунтові води. Просторова роздільна здатність радіолокаційних знімків сьогодні коливається від 5 до 30 метрів при ширині охоплення близько 45 – 500 кілометрів. Специфіку знімків даного типу становить дрібна плямистість зображення – технічні спекл-шуми (рис. 1.25, 1.26). Надходять радарні знімки з океанологічних і спеціалізованих супутників.

Г. *Теплові (інфрачервоні)* знімки засновані на виявленні теплових аномалій шляхом фіксації теплового випромінювання об'єктів Землі, обумовленого ендогенним теплом або сонячним випромінюванням. Температурні неоднорідності поверхні Землі виникають в результаті неоднакового нагрівання різних її ділянок, що, в свою чергу, обумовлено особливостями структурного і якісного складу елементів, які складають поверхню сканування. Це дозволяє ідентифікувати навіть об'єкти, приховані під землею і під водою (рис. 1.27).

Інфрачервоні знімки використовуються для складання теплових карт Землі (рис. 1.28). Просторова роздільна здатність теплових знімків з метеосупутників – 1000 метрів, при охопленні 2 - 3 тисячі кілометрів, а з ресурсних супутників, відповідно, 60 метрів і 180 кілометрів.

Д. *Спектрометричні* знімки базуються на дистанційному вимірі відбивної здатності природних об'єктів, що складають земну поверхню. Різні природні утворення мають різну відбивну здатність, тому відрізняються величиною коефіцієнта спектральної яскравості (рис. 1.29). Знання значень коефіцієнта спектральної яскравості гірських порід, а також інших ландшафтних об'єктів, на різних відстанях, у різні пори року, на ділянках з різним ступенем відслонення гірських порід забезпечують функціонування системи дистанційного автоматичного пошуку і розпізнавання об'єктів, у тому числі й екологічного змісту. У цьому зв'язку, спектрометричні знімки, в комплексі з фотографічними і сканерними дають важливу інформацію про структуру і склад порід, що складають поверхню сканування.

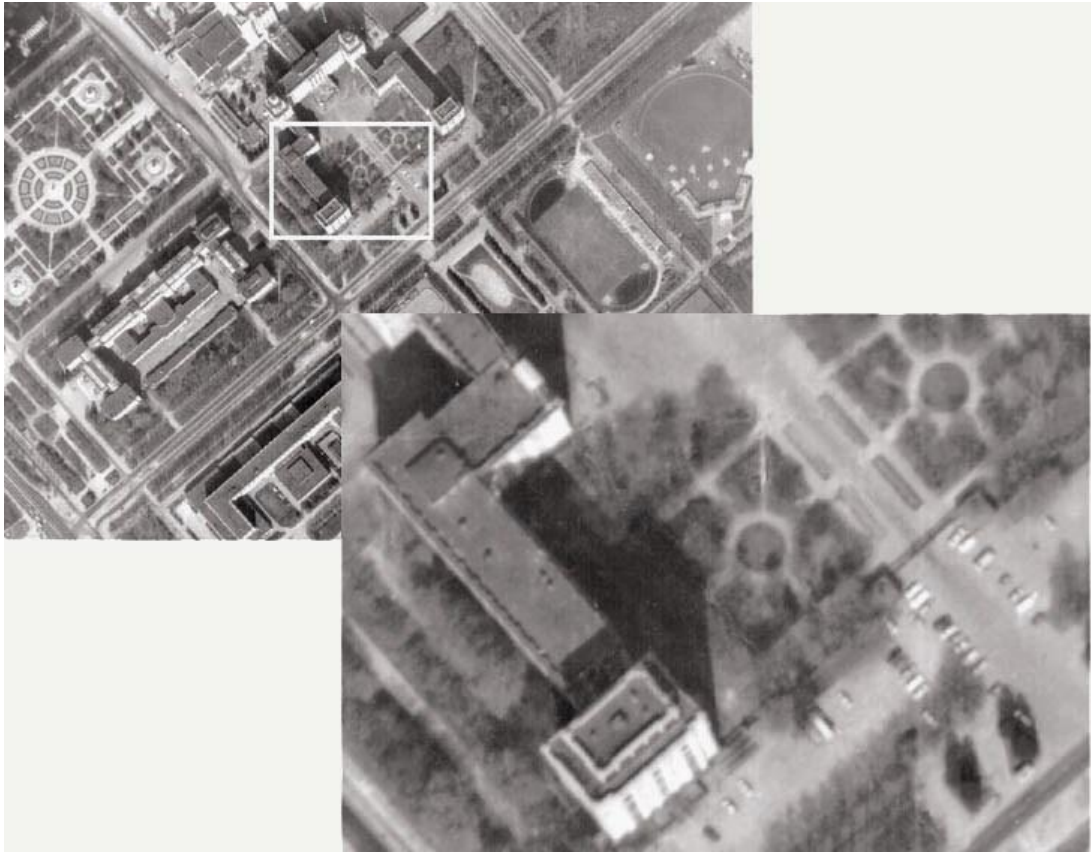


Рис. 1.23. Фотографічний знімок і його збільшений фрагмент

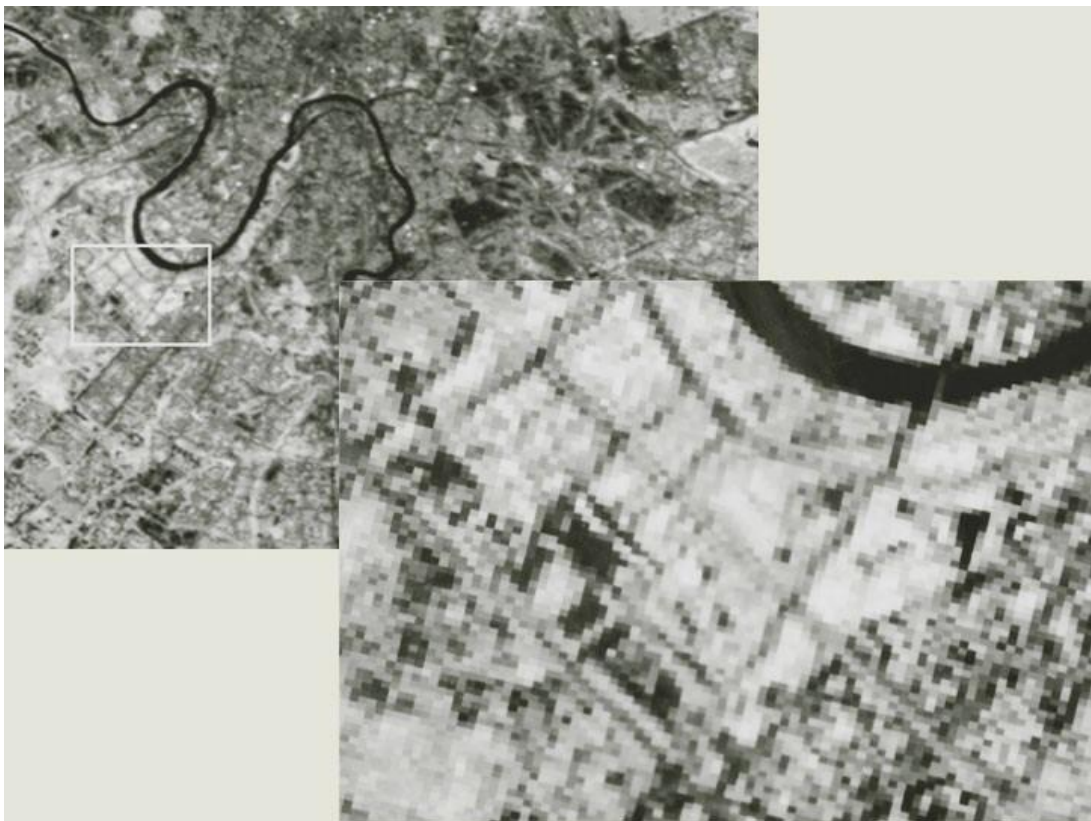


Рис. 1.24. Сканерний знімок і його збільшений фрагмент

Е. *Лідарні* знімки представляють результат активної зйомки, заснованої на безперервному одержанні відбиття від поверхні, що підсвічується лазерним монохроматичним випромінюванням з фіксованою довжиною хвилі. Оскільки лазерний сканер випускає десятки тисяч імпульсів в секунду («хитаючи» промінь з боку в бік і зміщуючись разом з носієм), то територія зйомки виявляється покритою безліччю точок лазерних відображень, для кожного з яких відомі координати, інтенсивність, а також порядок відображення. Шляхом обробки результатів зондування одержують відомості про структуру та склад досліджуваної поверхні (рис. 1.30).

Просторовий дозвіл лідарних знімків становить 3-5 метрів. Пристрої лідарної зйомки обладнуються на низько – висотних носіях, головним чином літаках.

4. За **мірністю простору** на знімках виділяються:

А. *Двовірні зображення* – найбільш звичний формат у вигляді плоских знімків.

Б. *Тривимірні або стереоскопічні зображення* дозволяють отримати об'ємну модель місцевості. Представляють собою два знімки одної і той ж ділянки, отримані з різних точок. З їх допомогою можна визначити не тільки планові розміри об'єктів, але також їх висоти й перевищення точок.

5. За **масштабом** виділяються:

А. *Наддрібномасштабні знімки* (М 1:10000000 і дрібніше). Такі знімки отримують з геостаціонарних і з метеосупутників на навколоземних орбітах.

Б. *Дрібномасштабні знімки* (М 1:1000000 – 1:10000000). Такі масштаби типові для знімків отримують з ресурсних супутників, а також з пілотованих кораблів і орбітальних станцій.

В. *Середньомасштабні знімки* (М 1:100000 – 1:1000000). Знімки таких масштабів отримують з ресурсно-картографічних супутників і літаків високої висоти.

Г. *Великомасштабні знімки* (М 1:100000 і крупніше). Це знімки з супутників детального спостереження та великомасштабного топографічного картографування. До даної групи належать і аерознімки.

6. За **оглядовістю** виділяються:

А. *Глобальні знімки* – це зображення всієї або більшої частини земного диску з далекого космосу. Отримують їх з геостаціонарних супутників. Ширина зони охоплення з них більше 10000 км, а територіальне охоплення складає сотні мільйонів квадратних кілометрів. Вони використовуються для вивчення географічної зональності, розподілу океанічних течій, кліматичної поясності.

Б. *Крупнорегіональні знімки* відображають материки, їх частини та великі регіони. Це знімки з метеорологічних супутників на навколоземних орбітах, а також знімки малого та середнього дозволу з ресурсних супутників. Ширина зони охоплення від 500 до 3000 км, територіальне охоплення складає мільйони квадратних кілометрів. На одному знімку цього типу відобразиться майже вся Австралія, Західна Європа, Середня Азія.

В. *Регіональні знімки* – це знімки з ресурсних і картографічних супутників, а також пілотованих кораблів і орбітальних станцій, на яких зображуються регіони і їх частини. Найбільш характерне охоплення 350 x 350 км, 180 x 180 км і 60 x 60 км. Вони використовуються для вивчення регіональних тектонічних структур, циркуляції метеорологічних систем, фронтальних зон океанічних течій.

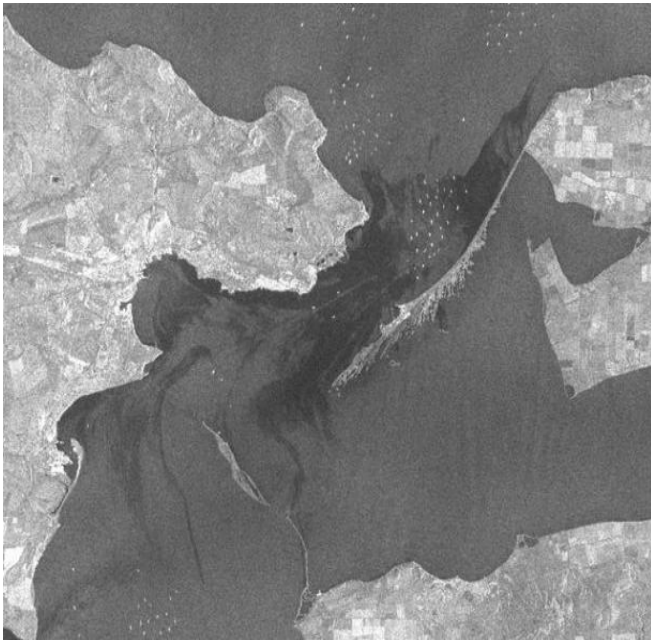


Рис. 1.25. Радарні знімки з супутника "Radarsat-1" акваторії Керченської протоки після аварій 6 суден в листопаді 2007 року штормового вітру. Чітко видно плями нафти на поверхні води

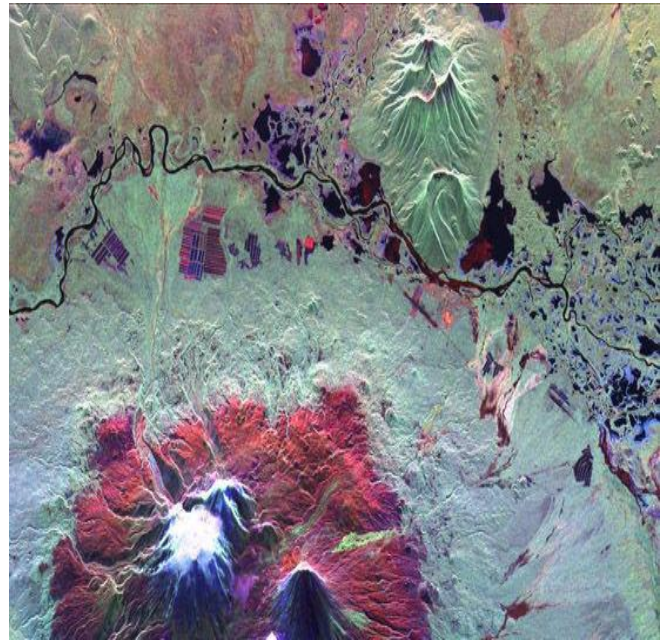


Рис.1.26. Радіолокаційний знімок Ключевського вулкану (Росія), отриманий 24.09.10 р. за допомогою радарів з результату космічного корабля "Шатл"



Рис. 1.27. Гробниці на території Єгипту, поховані під багатометровим шаром піску, виявлені за допомогою інфрачервоної зйомки

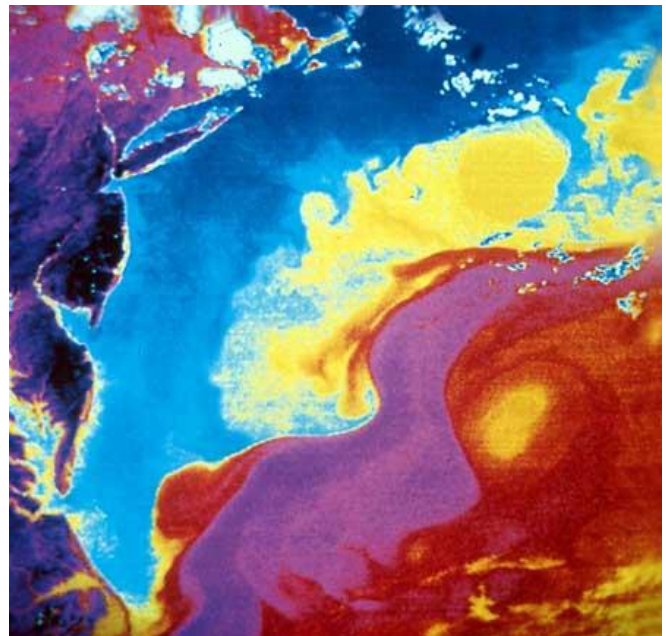


Рис. 1.28. Локальні течії Гольфстріму, встановлені за допомогою теплової зйомки

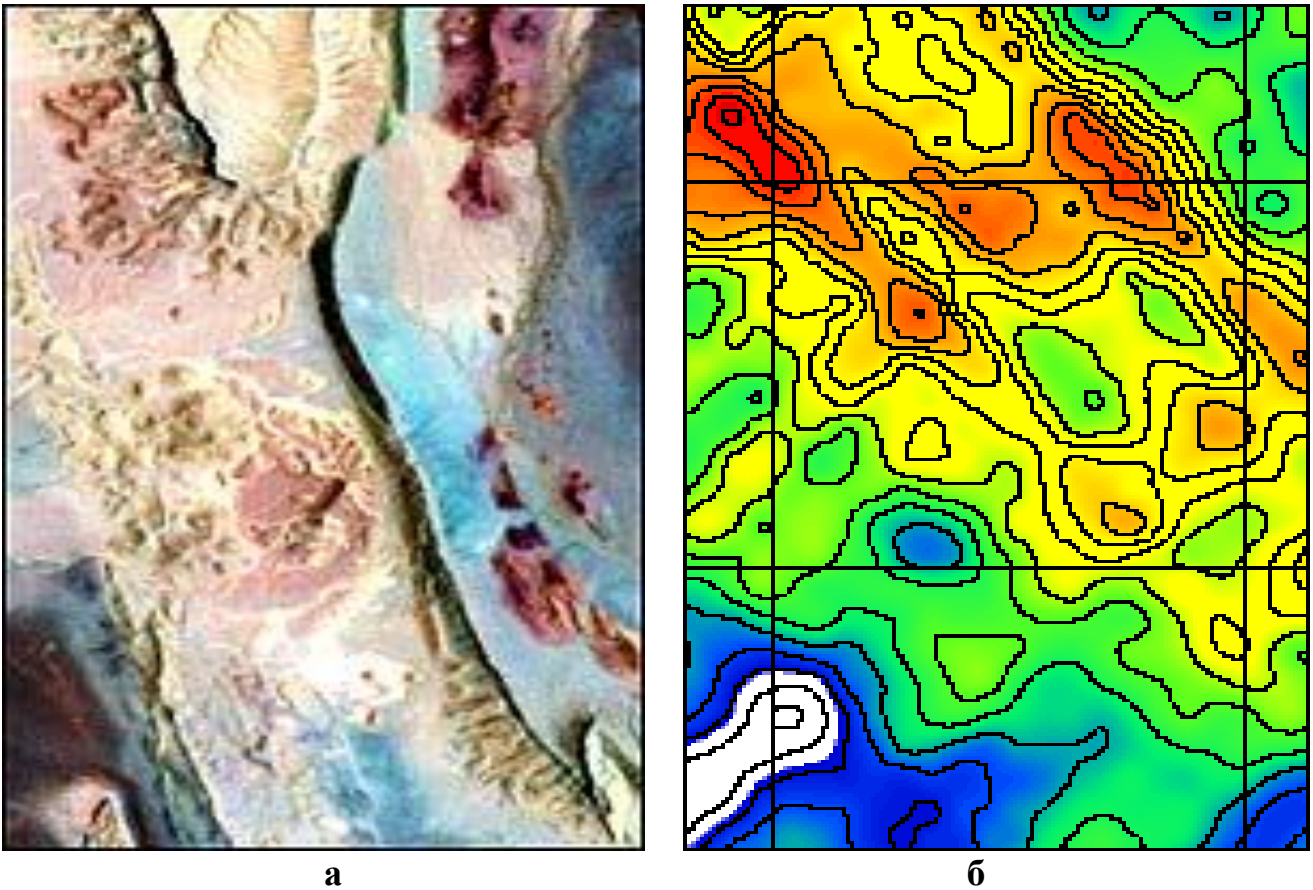


Рис. 1.29. Спектротричний знімок (а) Аравійського півострова (район Ель-Бураймі) і отримана в результаті його інтерпретації структуротрична карта малих кільцевих структур (б). Супутник "Landsat 7". 19.05.2000 р.

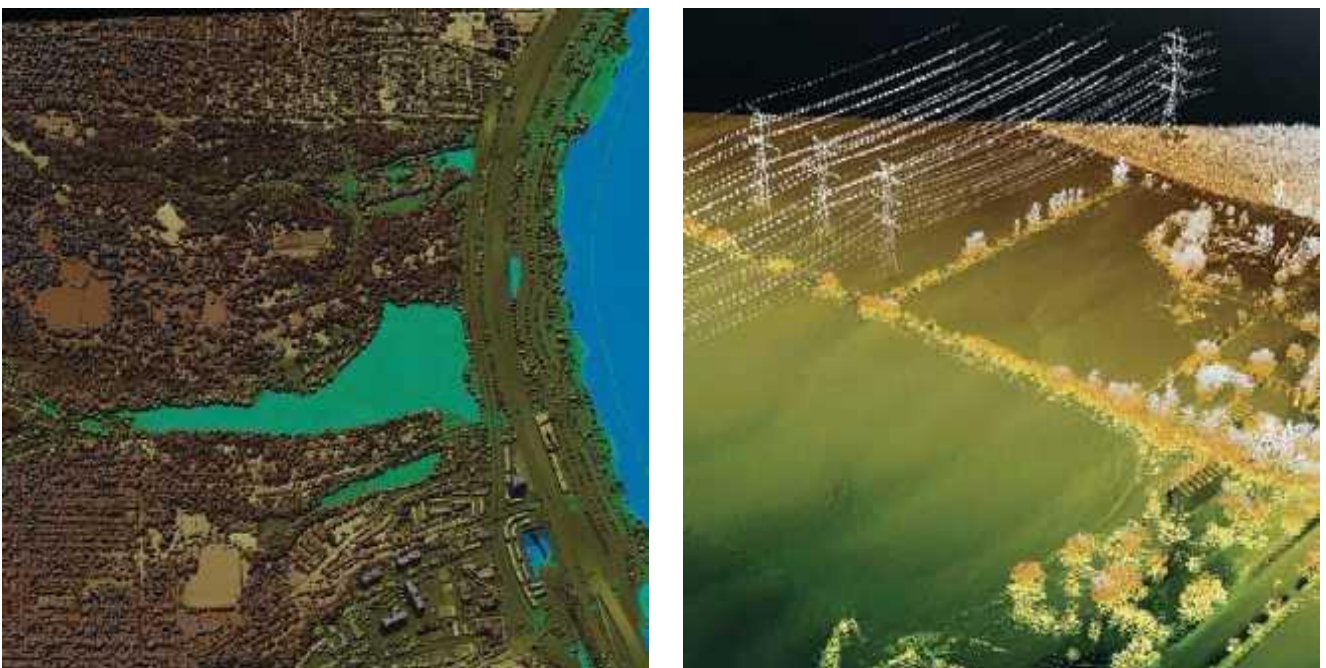


Рис. 1.30. Лідарні знімки, отримані при аерозйомці за допомогою системи топографічної зйомки ALTM "Orion"

Г. *Локальні* знімки є зображення окремих районів і місцевостей земної кулі з ближнього космосу, тобто з висот 200 – 500 км. Вони придатні, для середньомасштабного і навіть узагальненого великомасштабного картографування і використовуються для різних видів геологічних, гідрографічних, геоботанічних, ландшафтних досліджень. Такі зображення отримують з пілотованих космічних кораблів та літаків і відображають промисловий комплекс, невелике місто, велике господарство. Охоплення коливається від 10 x 10 метрів до 20 x 20 кілометрів.

7. За **просторовим дозволом** (мінімальної лінійної величини на місцевості зображуваних об'єктів) виділяються:

А. Знімки *низького* дозволу (десятки кілометрів). Такий дозвіл характерний для сканерних і теплових знімків з метеосупутників, включаючи геостаціонарні знімки, одержувані сканерами малого дозволу з ресурсних супутників. Основні об'єкти спостережень – хмарність, глобальні геологічні структури, тепловий режим Землі тощо.

Б. Знімки *середнього* дозволу (сотні метрів) отримують при зйомках сканерами середнього дозволу та інфрачервоних зйомок з ресурсних супутників. На цих знімках відображаються, головним чином, природні об'єкти.

В. Знімки *високої* роздільної здатності (10-100 метрів) отримують головним чином фотографічною і скануючою апаратурою з ресурсних та ресурсно-картографічних супутників. Використовуються для вирішення більшості географічних задач.

Г. Знімки *дуже високого* дозволу (1-10 метрів), на яких відображається весь комплекс природних і господарських об'єктів, включаючи населені пункти. Знімки отримують телефотографічною апаратурою з картографічних супутників.

Д. Знімки *надвисокої* роздільної здатності (менше 1 метра) спрямовані на вивчення господарських і промислових об'єктів, моніторинг навколишнього середовища, управління муніципальним господарством, створення земельних кадастрів тощо. Ці знімки отримують за допомогою оптичної апаратури, встановленої на спеціалізованих супутниках для детальної зйомки. До цієї групи належать і аерофотознімки.

8. За **повторюваністю зйомки** виділяються:

А. *Добові* знімки – це знімки, зняті з щодобовим повторенням (наприклад, супутники "Rapid Eye", "GeoEye-1" та ін.);

Б. Знімки, зняті через *кілька діб* (наприклад, ресурсні супутники виконують повне охоплення земної поверхні від 5 до 18 діб);

В. Знімки, зняті через *кілька років* (епізодичні зйомки з картографічних супутників).

Запитання для самоконтролю

1. Розкрийте класифікацію аерокосмічних знімків за видам носіїв. Дайте загальну характеристику різних типів знімків.
2. Розкрийте класифікацію аерокосмічних знімків по спектральному діапазону. Дайте загальну характеристику різних типів знімків.
3. Розкрийте класифікацію аерокосмічних знімків за технологією отримання. Дайте загальну характеристику різних типів знімків.

4. Розкрийте класифікацію аерокосмічних знімків за мірністю простору. Дайте загальну характеристику різних типів знімків.
5. Розкрийте класифікацію аерокосмічних знімків за масштабом. Дайте загальну характеристику різних типів знімків.
6. Розкрийте класифікацію аерокосмічних знімків за оглядовістю. Дайте загальну характеристику різних типів знімків.
7. Розкрийте класифікацію аерокосмічних знімків за просторовим дозволом. Дайте загальну характеристику різних типів знімків.
8. Розкрийте класифікацію аерокосмічних знімків за повторюваністю зйомки. Дайте загальну характеристику різних типів знімків.

1.5. Дешифрування аерокосмічних знімків

Аерокосмічні знімки слід розглядати, як образні моделі дійсності. Об'єкти представлені на знімках у зменшеному вигляді, з втратою деталей, з чого випливає ціла низка специфічних рис знімків:

- на знімках знаходять відображення не всі, а лише певні властивості об'єктів (деякі властивості виявляються загубленими, інші – частково спотвореними);
- об'єкт представлений на знімку в узагальненому вигляді (відсутні багато деталей);
- на знімку зображений тільки певний момент стану об'єкта, у той час як ми сприймаємо навколишній світ у розвитку;
- зображення на знімку одного й того ж об'єкта мінливе залежно від багатьох факторів;
- на знімку зображуються об'єкти, не видимі з землі з-за занадто великого розміру;
- зображення на знімках не відповідає звичному для нас вигляду, так як незвичайний ракурс спостереження (зверху).

У зв'язку з цим, при роботі зі знімками потрібне проведення певних заходів, спрямованих на виявлення і розпізнавання на них окремих предметів й об'єктів місцевості, меж контурів, а також, визначення їх кількісних та якісних характеристик. Цей процес називається *дешифруванням* знімків [23]. Повнота й достовірність дешифрування аерокосмічних знімків залежать від масштабу дистанційного зондування, якості отриманого зображення, його роздільної здатності. Чим більше масштаб, якісніше зображення і вище роздільна здатність, тим повнішими й достовірнішими будуть отримані дані.

Існують декілька способів дешифрування знімків:

- візуальне дешифрування;
- візуальне дешифрування, посилене застосуванням комп'ютера;
- автоматичне дешифрування.

Візуальне дешифрування – складний і кропіткий процес, що вимагає високого професіоналізму персоналу, який здійснює аналіз знімків. При дешифруванні враховуються всі чинники, що впливають на характер зображення: особливості ландшафту місцевості, відбивна здатність її об'єктів, умови, при яких здійснювалася зйомка, технічні характеристики знімальної апаратури тощо.

Дешифрування ґрунтується на аналізі дешифрувальних ознак, які дають уявлення про зміст і характер об'єктів та контурів місцевості. Розрізняють *прямі* і *непрямі* ознаки дешифрування. До прямих ознак відносяться: форма і розмір об'єкта, тон (колір) і структура зображення, тінь, що відкидається об'єктом.

Форма зображених об'єктів – це один із самих надійних ознак дешифрування, за яким визначається наявність об'єкта і деякі його властивості. Так плоскі об'єкти (водойми, ріллі, дороги) зберігають свої обриси як в центрі знімка, так і по його краях. Вертикальні об'єкти (дерева, труби, башти тощо) у центрі знімка виглядають точками, а на краю знімка близькі до перспективного зображення з нахилом від головної точки знімка (рис. 1.31).

Крім того, за формою об'єктів можна з високим ступенем достовірності ідентифікувати їх призначення. Так антропогенні об'єкти мають геометрично правильну, стандартну форму. Залізні і шосейні дороги, лінії електропередач, трубопроводи та інші лінійні об'єкти завдяки їх прямолінійної формі легко розпізнаються на знімках будь-яких масштабів. Сільськогосподарські поля при всій різноманітності розмірів, розпізнаються на знімках за рахунок наявності прямолінійних, часто паралельних між собою відрізків кордонів. Поля, зрошувані циркулярними поливними системами, мають форму кола (рис. 1.32).

Об'єкти природного походження характеризуються зазвичай неправильною, складною за конфігурацією формою (рис. 1.33). Прямолінійні, як і округлі форми зустрічаються досить рідко і обумовлені особливостями геологічної будови. Специфікою рельєфоутворюючих процесів визначається овальна або округла форма природних географічних об'єктів (рис. 1.34).

Розмір – ознака, що використовується головним чином при роботі з великомасштабними аерокосмознімками. Має велике значення при визначенні на знімках довжини, площі або об'єму досліджуваних об'єктів. Розмір об'єктів залежить від масштабу знімка. Так лінійна величина об'єкта в натурі (**L**) визначається за формулою:

$$L = l * m,$$

l – лінійний розмір об'єкта на знімку, *m* – знаменник масштабу знімка.

Оскільки при роботі зі знімками при їх багаторазовому перекопіюванні вихідний масштаб не зберігається, оцінку розмірів в процесі дешифрування отримують шляхом візуального порівняння з розміром відомого об'єкта. У цьому випадку лінійна величина об'єкта в натурі визначається за формулою:

$$L = L_{об} / l_{em} * n,$$

L_{об} - лінійний розмір об'єкта на знімку, *l_{em}* - лінійний розмір еталонного об'єкта на знімку, *n* - лінійна величина еталонного об'єкта в натурі. Тон зображення залежить від яскравості об'єкта, від його відбивної здатності, кольору та інших чинників. Допомагає розділити основні типи поверхні: відкритий ґрунт, водні об'єкти, рослинність тощо. Так світлі, найбільш освітлені і гладкі поверхні завдяки більш високому коефіцієнту яскравості на знімках мають більш світлий тон, ніж шорсткі або сильно зволожені поверхні (рис. 1.35).

При візуальному дешифруванні користуються шкалою тонів (за В.Михайловим). Шкала включає сім ступенів (білий, майже білий, світло-сірий, сірий, темно-сірий, майже чорний, чорний) і допомагає оцінити відмінності в яскравості двох об'єктів, що знаходяться поряд або на деякій відстані. Однак разом з



Рис. 1.31. Супутниковий знімок Ватикану



Рис. 1.32. Супутниковий знімок сільськогосподарських ланів в Бразилії



Рис. 1.33. Супутниковий знімок Великого Каньйону (США)

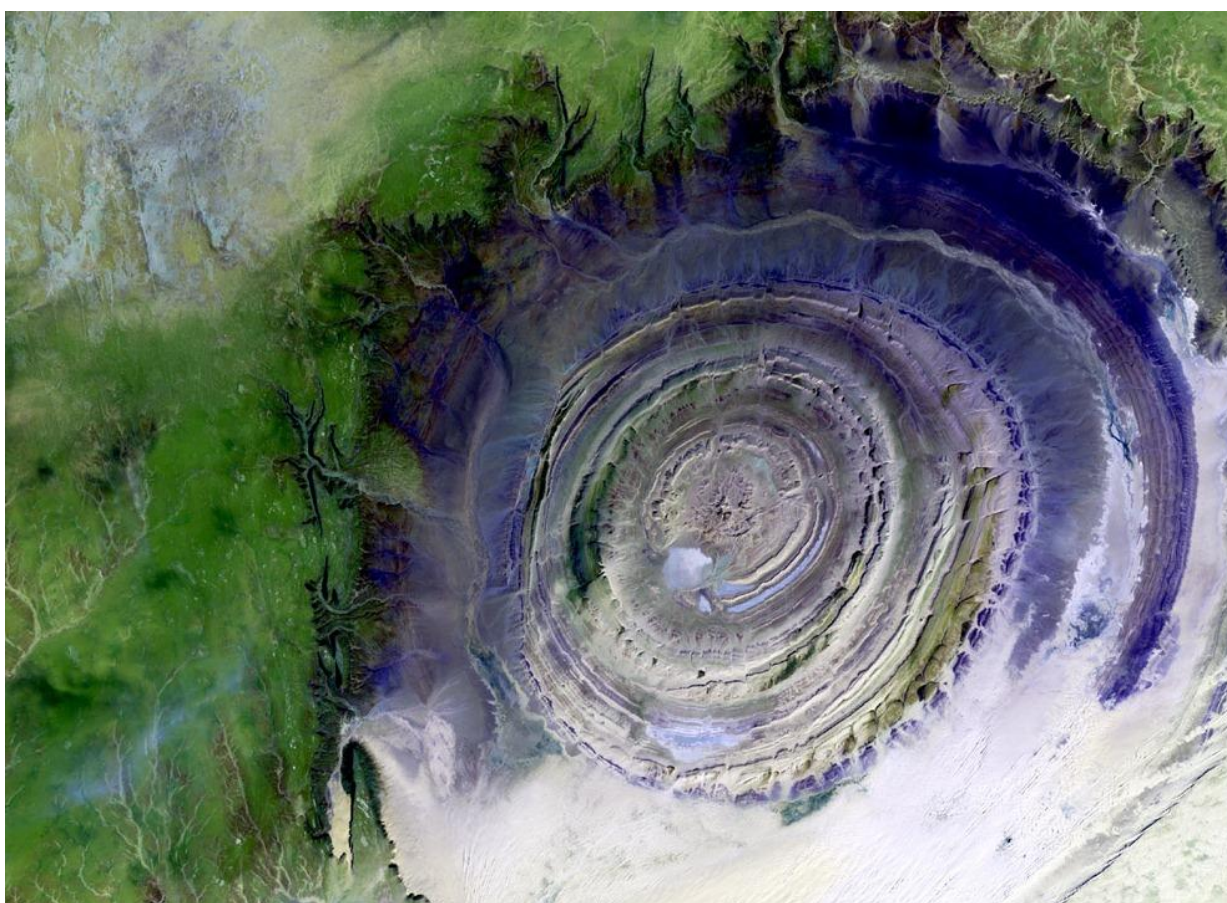


Рис. 1.34. Супутниковий знімок структури Рішат (пустеля Сахара, Мавританія). Цей кам'яний купол є результатом ерозії.

тим, тон – не стабільна ознака. Рівень яскравості одного і того ж об'єкта на різних знімках (або навіть в різних частинах одного знімка) може сильно варіювати, але, незважаючи на це, тон широко використовується при візуальному дешифруванні, а при комп'ютерному – є одним з основних діагностичних ознак.

Колір зображення, як дешифрувальна ознака, можна використовувати при зйомках в природних кольорах (рис. 1.36, 1.37), а також при дешифруванні синтезованих зображень (рис. 1.38). Дуже часто синтезовані зображення більш інформативні, ніж зображення в природних кольорах. Залежно від фарбування спектральних каналів певним кольором, можна отримати кольорове зображення, на якому різні об'єкти мають свій колір (рис. 1.39). Добре за кольором виділяються водні об'єкти, розорані поля, ліси і луки, при цьому треба мати на увазі, що навіть однакові об'єкти, але з різними властивостями можуть суттєво відрізнятися за колірними характеристиками. Оскільки людське око легше сприймає колірні відмінності, ніж відтінки сірого, дешифрування кольорових знімків набагато ефективніше, ніж чорно-білих.

Структура зображення – це складна ознака, що об'єднує всі інші прямі ознаки, доповнюючи їх новими властивостями – просторовим розподілом елементів зображення, їх розміщенням, повторюваністю. Це найбільш стійка з прямих ознак, менш залежна від умов зйомки, ніж інші.

Загальноприйнята класифікація структури зображення відсутня, але деяку систематизацію можна уявити, якщо використовувати поняття розміру і форми елементів [23]. За формою однорідні структури можна називати зернистими, плямистими, смугастими, сітчастими, прямокутними, деревовидними, віялоподібними, ніздрюватими тощо (рис. 1.40), і додаючи характеристику розміру – дрібнозерниста, середнеплатниста, крупносмугаста тощо.



Рис. 1.35. Супутниковий знімок Нікопольського району (Україна)



Рис. 1.36. Супутниковий знімок в *натуральних кольорах* озера Айякум на Тибетському плато. На знімку чітко видно дельти річок Меконг и Янцзи на його південно-західному березі.



Рис. 1.37. Пік гори Кіліманджаро в північно-східній Танзанії, знятий в *натуральних кольорах* супутником "GeoEye-1"



Рис. 1.38. Супутниковий знімок ударного кратеру Шумейкер (Австралія) в оточенні солоних сезонних озер. Синтезоване зображення



Рис. 1.39. Супутниковий знімок льодовика Сусітна на Алясці поєднує в собі інфрачервоні, червоні і зелені довжини хвиль, утворюючи знімок ненатурального кольору. Кольори на знімку відповідають: червоний – рослинності; блакитний – вільному від бруду льоду; коричневий – брудному льоду.

Кілька різних структур часто формують досить стійкі поєднання, типові для певних об'єктів земної поверхні. Таке поєднання називають малюнком зображення. У малюнку знаходять відображення як природні особливості території – структура ґрунтового та рослинного покриву, літологічні особливості порід, тектонічні елементи, так і просторові взаємовідношення об'єктів антропогенного походження. Малюнок зображення на аерокосмічних знімках є відображенням реально існуючих ландшафтних малюнків.

Тінь - дешифрувальна ознака, що дозволяє судити про просторову форму об'єктів на одиночному знімку. Іноді тінь дозволяє виявити об'єкт або визначити його характеристику, наприклад, наявність висотних будівель, стовпів, дерева тощо. Проте тінь може також закривати об'єкти та їх елементи, це особливо характерно для гірських районів. Розрізняють *власну* тінь – частину об'єкта, не освітлену прямим сонячним світлом, і *падаючу* – тінь від об'єкта на земній поверхні або поверхні інших об'єктів.

Власна тінь дозволяє судити про поверхню об'єктів, що мають об'ємну форму. Різкі межі тіней характерні для кутастих об'єктів (наприклад дахи будинків), а розмиті, свідчать про плавності поверхні (наприклад, крона дерев).

Падаюча тінь більшою мірою визначає вертикальну протяжність, силует об'єкта (рис. 1.41). Довжина тіні залежить від висоти сонця в момент зйомки і висоти самого об'єкта, а також від нахилу поверхні, на яку падає тінь (рис. 1.42). Вимірявши довжину тіні і знаючи кут нахилу Сонця, можна визначити висоту **h** самого об'єкта за формулою:

$$h = L * \operatorname{tg} Y,$$

Y - кут нахилу сонячних променів; *L* - довжина падаючої тіні.

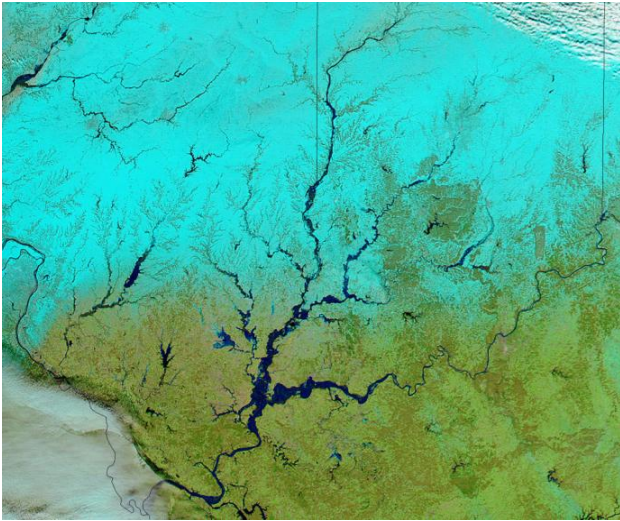
Крім того, висоту об'єкта по тіні можна визначити, знаючи висоту поруч розташованого об'єкта за формулою:

$$h1 = h2 * b1 / b2,$$

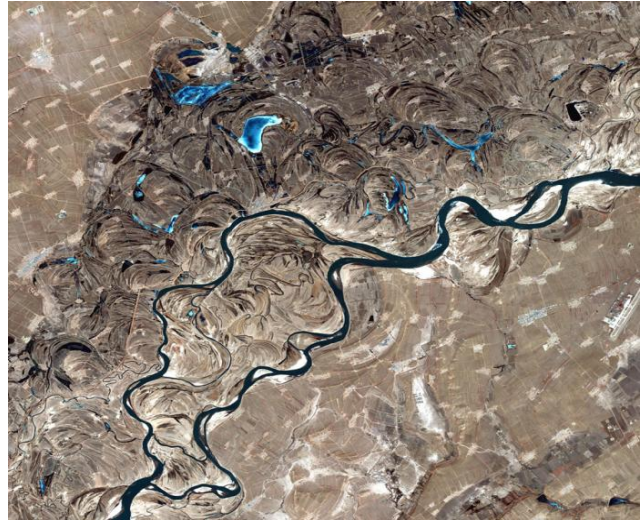
h1 - висота визначаємого об'єкта, *b1* - довжина тіні визначаємого об'єкта на знімку, *h2* - висота відомого об'єкта, *b2* - довжина тіні відомого об'єкта на знімку.

Оскільки тінь завжди має відносний контраст, значно більший, ніж сам об'єкт, то часто тільки падаюча тінь дозволяє виявити на знімках малорозмірні в плані, але високі об'єкти, наприклад телевежі, труби, щогли.

Найчастіше географічні об'єкти на знімках розкриваються не по одному, а за сукупністю ознак, так як вони взаємно пов'язані і один одного обумовлюють. Так залізничні дороги пізнаються за їх прямолінійністю і закругленнями великого радіусу; перетини залізниць з автомобільними дорогами частіше прямокутні; тон зображення залізниць переважно темно-сірий. Шосейні дороги добре помітні за чітким зображенням дорожнього полотна (у вигляді вузької стрічки однакової ширини переважно світлого тону) з прямолінійними ділянками і геометрично правильними заокругленнями (поворотами); типові розгалуження і перетини з іншими дорогами. Ґрунтові дороги пізнаються за звивистим накресленням наїждженого сліду у вигляді ліній нерівномірної товщини, переважно світло-сірого тону з численними розгалуженнями і перетинами. Річки і струмки відображуються у вигляді звивистих смуг різної ширини одноманітного, переважно темного тону;



а



б



в



г



д



е

Рис. 1.40. Приклади структур географічних об'єктів (по даним ДЗЗ):
а – деревоподібний рисунок річкових долин, **б** – дугоподібна структура заплави р. Сунгарі;
в – віялоподібний рисунок алювіальних відкладів китайської пустелі Таклімакан;
г – полосчата структура піскових дюн пустелі Ель-Джуф (Іран); **д** - дрібноплямиста структура полів Канзасу (США); **е** – чарункова структура гір Уачіта (південний схід Оклахоми, США).



Рис. 1.41. Найвищий хмарочос Землі Бурдж-Халіфа (заввишки 828 м) і його гігантська тінь. Цей знімок був зроблений супутником "GeoEye-1" з висоти понад 600 км

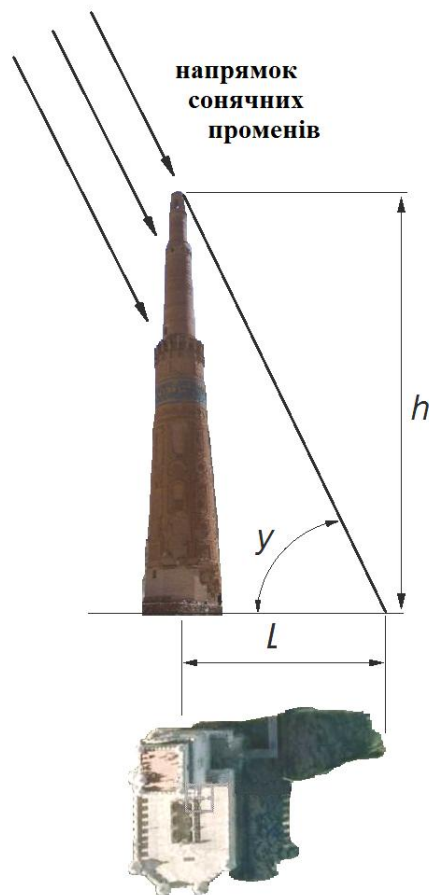


Рис. 1.42. Зв'язок між висотою (h) Вежі Белем (Португалія) і довжиною (L) її тіні (y - кут падіння сонячних променів).

водойми з брудною, каламутною водою виходять більш світлими, ніж водойми з чистою водою.

Ліси та чагарники пізнаються на аерокосмічних знімках за характерною зернистістю зображення, спричиненою освітленими кронами і темними проміжками між ними. Рілля пізнають порівняно легко за прямолінійністю обрисів ділянок; іноді видно борозни в напрямку обробки; тон зображення рілля різний. Природний трав'яний покрив (луки) зображується рівним сірим тоном. Болота відображуються темно-сірим тоном, часто з дрібнозернистими плямами (чагарник), іноді волокнистої структури; темніший тон зазвичай відповідає більш зволоженому місцю.

Рельєф з різкими формами (яри, вимоїни, обриви і глибокі складки рельєфу) добре помітний за конфігурацією тіней. Пологі форми рельєфу пізнають, як правило, тільки з допомогою стереознімків та стереоскопа. Модель місцевості утворюється при стереоскопічному спостереженні двох аерокосмічних знімків, відповідним чином орієнтованих між собою. Знімки повинні бути отримані з двох точок і попарно перекриватися між собою, що забезпечує передачу об'єктів у відповідності з тим, як їх роздільно бачать очі людини. Просторове сприйняття рельєфу місцевості формується при спостереженні зображень в стереоскоп (рис.1.43) - бінокулярний оптичний прилад для роздільного спостереження правим та лівим оком відповідно свого часткового зображення стереопари.



Рис. 1.43. Стереоскоп для дешифрування аерокосмічних знімків

Прямі дешифрувальні ознаки дозволяють розпізнати об'єкти, зображені на знімку, проте за ним не завжди вдається визначити їх властивості. Більш того, за допомогою знімків вивчають також процеси і явища. Для цього використовують *непрямі* дешифрувальних ознак. Методологічною основою дешифрування за непрямыми ознаками слугує наявність взаємозв'язків усіх природних та антропогенних територій [23].

Так, наприклад, ґрунтова дорога, що підходить до річки і виходить на іншому березі за відсутності моста та інших засобів переправи, вказує на наявність броду. Індикатором державного кордону можуть слугувати відмінності в нарізці сільськогосподарських полів, структурі організації території (рис. 1.44). За непрямыми ознаками, а саме за формою островів, напрямку гирл приток можна судити про напрямок течії річки. Округлу форму має частина острова, розташована у напрямку до верхньої частини течії, загострений кінець острова направлений до гирла річки (рис. 1.45). За непрямыми ознаками визначають приховані властивості об'єктів. Частіше за все це відноситься до об'єктів господарської діяльності.

Наприклад, поєднання однієї або двох високих димових труб, великої центральної споруди, конвеєрів, веж охолодження і насипів вугілля вказує на те, що це підприємство є тепловою електростанцією.

Роль непрямих дешифрувальних ознак тим більше, чим дрібніше масштаб знімків і більше охоплення території. При топографічному дешифруванні вони застосовуються досить рідко, а при географічному набувають вирішального значення. Тут величезну роль відіграє досвід та інтуїція дешифрувальника.

При візуальному дешифруванні розпізнавання об'єктів нерідко проводиться на підставі спеціальних документів: дешифрувальних атласів, в яких вказані характерні зображення об'єктів, їх відмінних характеристик. Як приклад візуального дешифрування можна привести інтерпретацію космічного знімка території півдня США, зробленого з орбітальної станції "Скайлеб" (рис. 1.46).

Кінцевою метою дешифрування аерокосмічних знімків є перенесення об'єктів зі знімка на картографічні матеріали.

Узагальнюючи вищесказане, можна виділити найбільш характерні *особливості візуального дешифрування*:

- аналіз зображення виконується на рівні об'єктів, розміри яких у кілька разів більше дозволу;
- кількісні оцінки (площі, довжини тощо) можуть бути отримані лише наближено;
- аналіз яскравості (тон зображення) на чорно-білих зображеннях можливий в межах до 7 ступенів;
- спільний аналіз зональних знімків обмежений, тому що зіставлення більше 2-х знімків обмежено;
- форма об'єктів в плані визначається легко і однозначно;
- форма об'єктів у просторі (їх вертикальна протяжність) легко визначається на парі суміжних знімків;
- просторове розміщення об'єкта визначається легко;
- добре використовуються непрямі ознаки;
- можливе дешифрування відразу по вивірній легенді;
- результати дешифрування зазвичай суб'єктивні.

Перевага візуального методу: економічність, легкість і швидкість отримання просторової інформації (форми, розміри об'єктів, особливості їх розподілу), одночасне використання всіх дешифрувальних ознак (прямих і непрямих), застосування дешифрувальником логічного мислення та інтуїції.

Недолік візуального методу: суб'єктивізм (залежність від компетентності дешифрувальника), мала надійність, залежність від якості додаткових і знімальних матеріалів, якості та достовірності еталонів.

Навіть найсучасніші аерокосмічні знімки не дозволяють отримувати потрібну інформацію без швидких і надійних методів комп'ютерної обробки знімків з використанням спеціалізованих програмних продуктів. Цифрові знімки, отримані при зйомці скануючими системами або фотографічні знімки, переведені за допомогою сканерів в цифровий формат, при обробці з використанням спеціальних пакетів програм, зазнають модифікації даних з метою поліпшення зорового сприйняття зображення, або перетворення його у більш зручну форму для подальшого візуального або комп'ютерного аналізу.



Рис. 1.44. Супутниковий знімок сільськогосподарських районів Польщі і України. В Польщі поширені малоземельні (до 2 га) господарства, а для України характерні великі поля



Рис. 1.45. Супутниковий знімок річки Парана (Південна Америка). Стрілкою вказаний напрямок течії річки

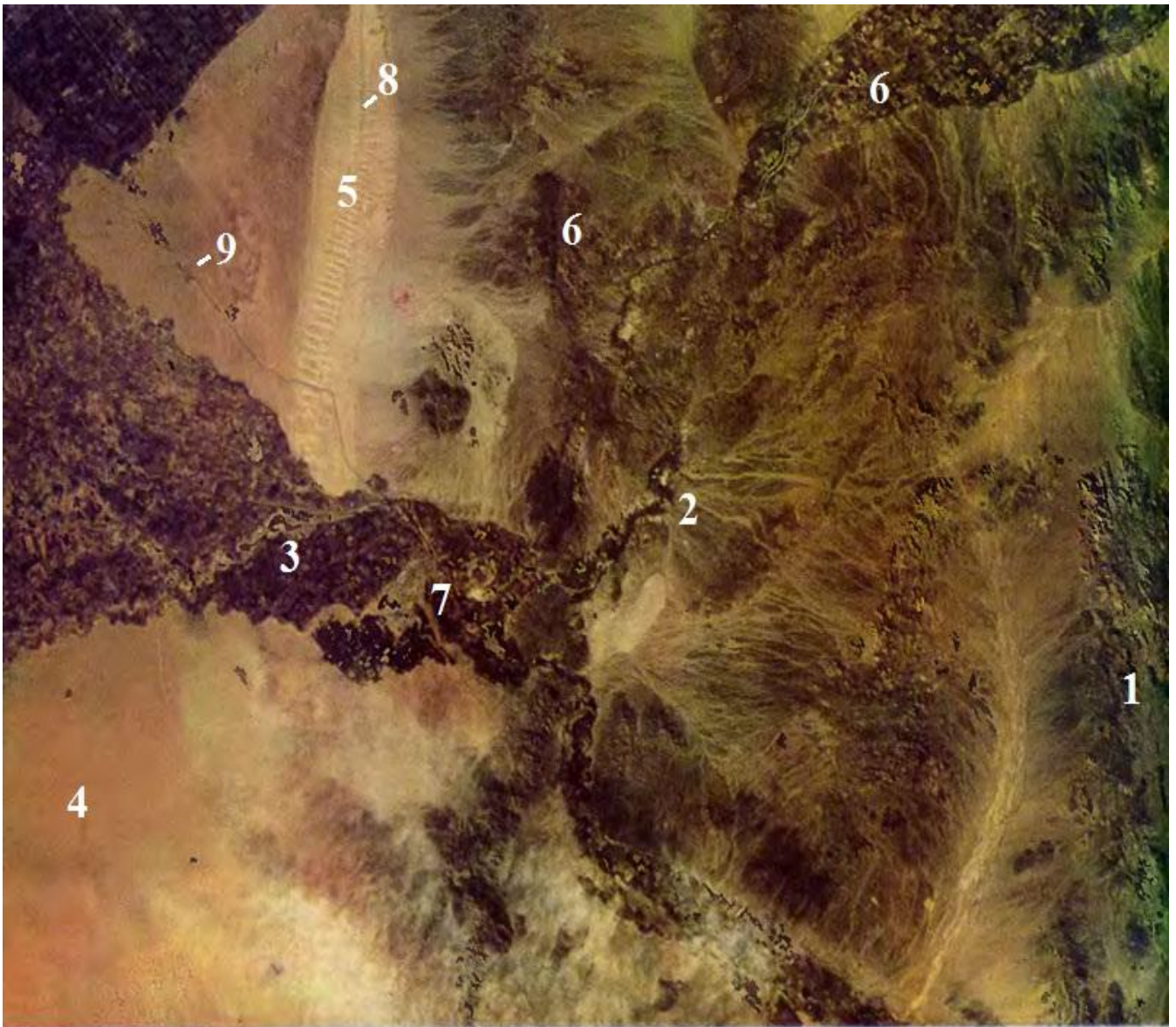


Рис.1.46. Знімок, зроблений з орбітальної станції "Скайлеб" території півдня США (штати Аризона і Каліфорнія). Передача кольору натуральна.

У правій частині – брилеві гори (хр. Хіла і гори Кофа – 1), сильно зруйновані процесами вивітрювання та ерозії. У лівій частині знімка – долини річок Колорадо (2) і Хіла (3), які зливаються в центральній частині зображення. Зліва внизу – пустеля Гран-Десьерто (4). Окремі деталі: світло-жовта смуга в лівій частині знімка – піщаний гребінь з грядово-комірчастою будовою, видно ланцюжки пірамідальних або зіркоподібних дюн (5); гірські хребти і масиви чітко виділяються в правій і центральній частинах знімка (6), різні відтінки відповідають різному складу кристалічних порід. Господарська діяльність людини: в долинах річок Колорадо і Хіла – зрошуване землеробство. Світла пляма трохи нижче місця злиття річок Колорадо і Хіла – місто Юма (7), під ним – відвойована у пустелі ділянка з полями сільськогосподарських культур. Вузька темна лінія, що перетинає піщаний гребінь – зрошувальний канал. Правіше гребеня – автострада.

Цифрове зображення у формі растра представляє з себе матрицю чисел. Кожен елемент цієї матриці (піксель), відповідає певній характеристиці (відбивної здатності, температурі тощо) ділянки місцевості. Комп'ютерна обробка знімка заснована на операціях з багатовимірними матрицями і включає в себе: *відновлення (корекцію)* і *перетворення аерокосмознімків, проведення вимірювань по знімках*, а в кінцевому підсумку – *автоматичне дешифрування*.

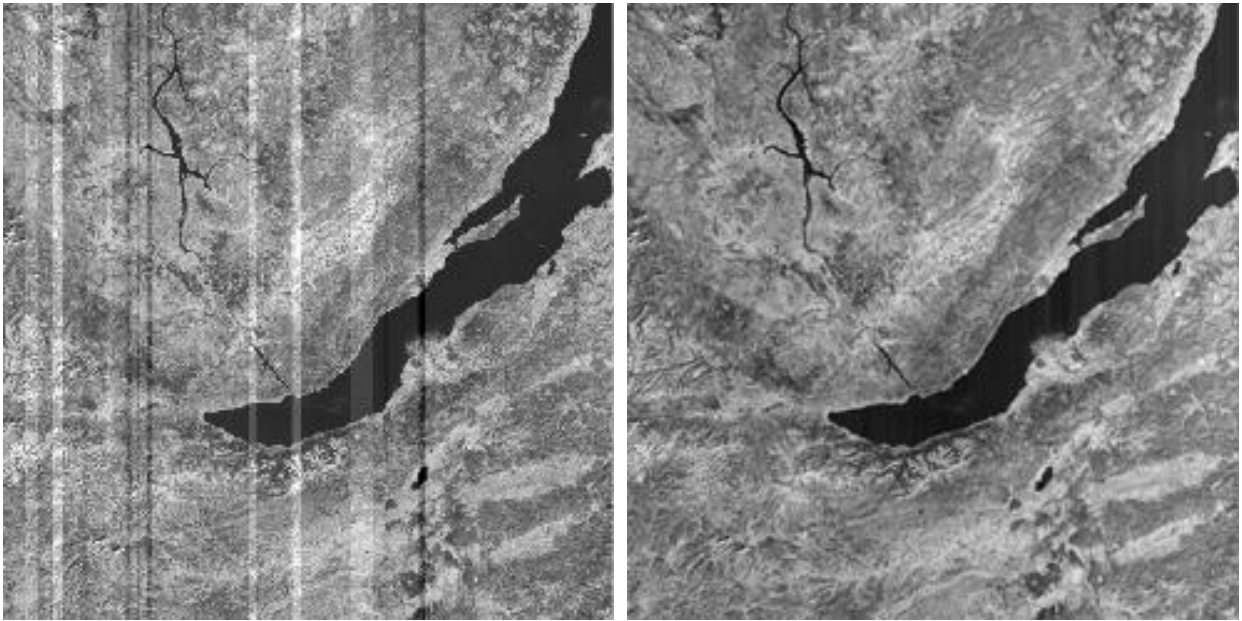
Основним завданням *відновлення* зображень є виправлення одержуваних даних для досягнення як можна більш правдоподібного зображення земної поверхні, а також у результаті різних перетворень знімків виявляти додаткову (приховану) інформацію. ДЗЗ містять цілу низку випадкових, системних та систематичних спотворень, пов'язаних з впливом атмосфери, кривизни Землі, руху знімального апарату щодо її поверхні в момент зйомки, фізичними характеристиками використовуваних датчиків і каналів зв'язку. Для усунення згаданих досить численних спотворень, з урахуванням їх специфіки, використовуються різні види корекцій. Застосування спеціальних растрових графічних редакторів (наприклад, **ERDAS IMAGINE**) дає можливість істотно поліпшити інформаційне наповнення аерокосмічних знімків. Так, наприклад, смуги різної яскравості на космічних знімках, отриманих скануючими засобами ДЗЗ, з'являються через різні характеристики матриць пристроїв, які здійснюють зйомку поверхні Землі. Застосування згладжуючих фільтрів дозволяє зняти шум і прибрати дрібні деталі, що дозволяє отримати більш однорідні ділянки зображення, придатні для подальшої обробки (рис. 1.47). Підвищення контрастності знімку сприяє збільшенню глибини його опрацювання, виділенню меж географічних об'єктів (рис. 1.48).

Залежно від технічних характеристик і умов зйомки знімки часто не є достатньо чіткими для проведення аналізу. За допомогою спеціальних функцій (низько-і височастотні фільтри) графічні редактори дозволяють істотно збільшити їх дозвіл (рис. 1.49).

Перетворення колірних і геометричних характеристик зображень включає цілу низку операцій. Багато аерокосмічних знімків отримують ще в чорно-білому форматі, що суттєво знижує їх візуалізацію. Тематична комп'ютерна обробка дозволяє перевести знімок в псевдо колірний формат, що проявляється у збільшенні його інформаційності (рис. 1.50).

Взагалі, налаштування тональних і колірних параметрів растрового зображення із застосуванням функцій колірної корекції програм, дозволяє, з одного боку, відновити природну передачу кольору знімків (рис. 1.51), а з іншого – фарбувати зображення в помилкові кольори (див. рис. 1.38). Сутність об'єктів доцільно визначати на зображеннях в натуральних кольорах, а розділяти і оконтурювати об'єкти зручніше на зображеннях в помилкових кольорах. При цьому слід мати на увазі, що колірна фільтрація знімків дозволяє побачити деталі, які на початковому зображенні не видно (рис. 1.52).

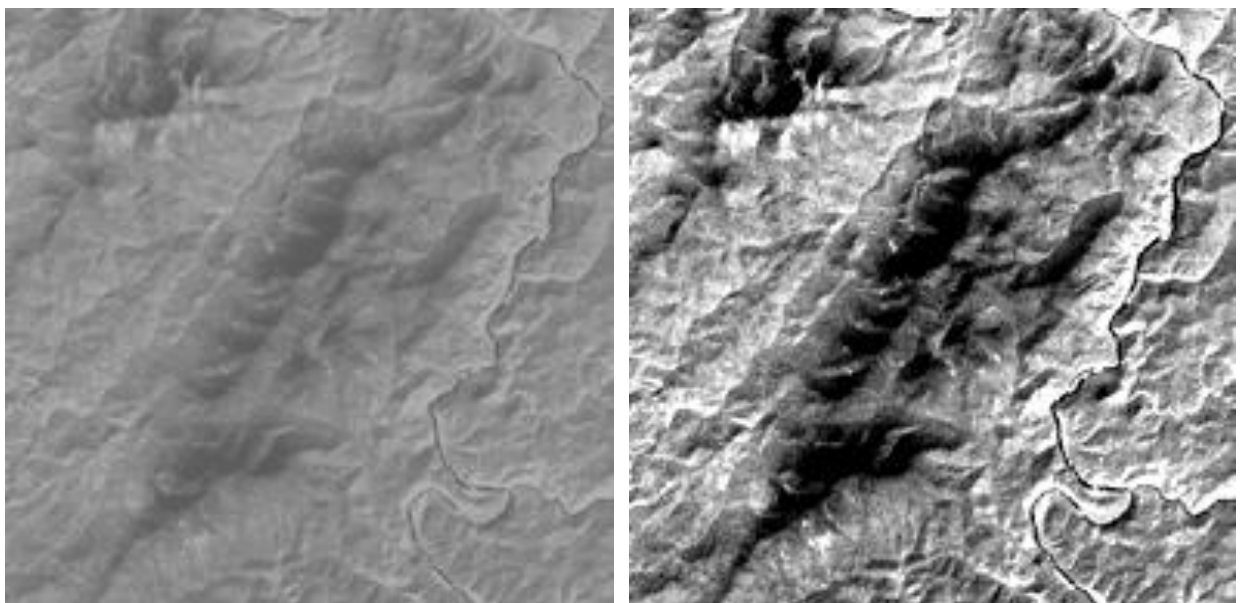
В останні роки все ширше в ДЗЗ застосовується аналіз зображень, перетворених у формат 3D. Для створення такої продукції необхідні супутникові зображення високої або надвисокої роздільної здатності, що утворюють стереопару (рис. 1.53), стереоскоп, а також спеціалізоване програмне забезпечення для наступної обробки отриманої інформації (рис. 1.54). Такі знімки дозволяють отримати високоефективну інформацію про рельєф місцевості, визначити форму об'єкта з його просторовими координатами.



а

б

Рис. 1.47. Початковий (а) і відкоригований (б) космічні знімки озера Байкал.



а

б

Рис. 1.48. Неконтрастне (а) і контрастне (б) зображення космічного знімка.

Дуже часто для вирішення наукових або практичних завдань потрібне проведення вимірів по знімках: відстані, периметри, площі, висоти. Результати таких вимірювань потрібні для обчислення інших, похідних характеристик і для складання карт. Наприклад, значення висот використовуються для проведення горизонталей на картах рельєфу, визначення частини площі лісів – для складання карт лісистості. Подібні вимірювання і обчислення легко виконуються за допомогою функцій обчислення геометрії об'єктів спеціальних програм (рис. 1.55).

В останні роки активно розвивається методика автоматичного дешифрування аерокосмічних знімків. Вона базується на виборі найбільш значущих дешифрувальних ознак об'єктів та описі їх математично. В якості такої ознаки найчастіше використовується спектральний образ об'єкта. Залежно від набору

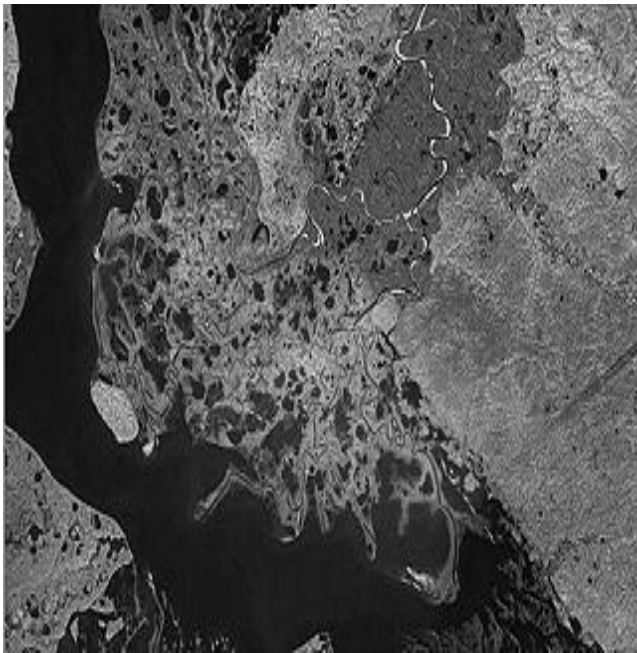


а

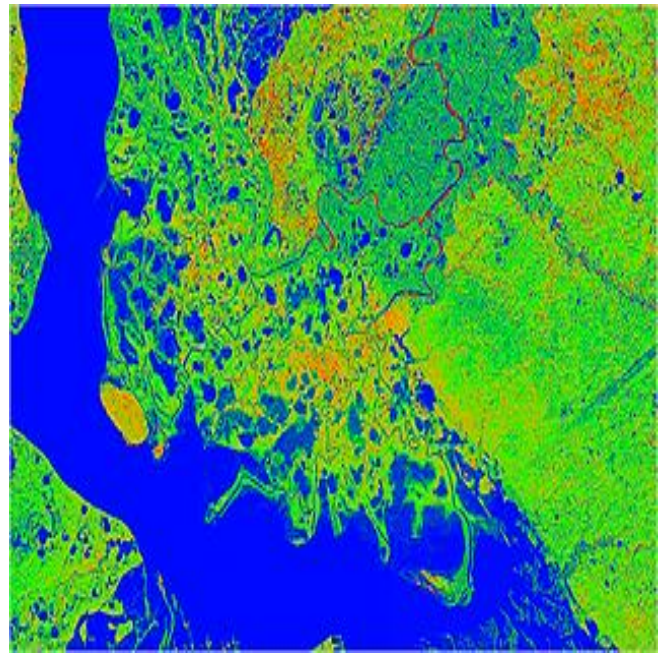


б

Рис. 1.49. Покращення роздільної здатності знімків за допомогою їх комп'ютерної обробки: а – початковий знімок; б – оброблене зображення.



а



б

Рис. 1.50. Комп'ютерна обробка космічного знімка Тазовської губи з переведенням зображення в псевдо-колірний формат: а – оригінальний чорно-білий космічний знімок; б – знімок після цифрової обробки.



а



б

Рис. 1.51. Комп'ютерне коригування рівнів передачі кольору аерокосмічних знімків з відновленням природного забарвлення: а – оригінальний знімок; б – знімок після цифрової обробки.



а



б

Рис. 1.52. Паралельні лінії, які виявилися на космічних знімках Кам'яних Могил (супутник "Quickbird", Google Earth, територія Донецької і Запорізької областей, Україна) до (а) і після (б) фільтрації в програмі ERDAS IMAGINE. Паралельні лінії морфологічно нагадують аналогічні утворення на горі Улуру, відомому сакральному святилищі австралійських аборигенів

значень спектральної яскравості кожного пікселя знімку, спеціальні комп'ютерні програми (наприклад, *Lidar Analyst*) визначають його приналежність до того чи іншого класу об'єктів, тобто виконують класифікацію об'єктів. Класифікація об'єктів – це комп'ютерне дешифрування знімків або процес автоматизованого підрозділу всіх пікселів знімка на групи (класи), які відповідають різним об'єктам. Існують різні види класифікацій: класифікація з навчанням та класифікація без навчання.

Класифікація з навчанням – це процес, при якому відбувається порівняння значення яскравості кожного пікселя з еталонами, в результаті, кожен піксель відноситься до найбільш відповідного класу об'єктів. Класифікацію з навчанням можна застосовувати, якщо заздалегідь відомо, які об'єкти є на знімку і ці класи чітко розрізняються на ньому, а також на знімку є невелика кількість (до 30) класів. Процес класифікації з навчанням включає в себе кілька етапів:

- визначення завдань обробки знімка і вибір способу класифікації;
- вибір еталонних ділянок;
- проведення класифікації та оцінка якості результатів.

Як приклад наведемо результати класифікації з навчанням, виконаної при дешифруванні космічного знімка, отриманого з супутника "SPOT" для території університетського містечка Московського державного університету (МДУ) [17]. При класифікації були задані типи класів об'єктів, які потрібно виділити, і для кожного класу по початковому знімку були виділені еталонні ділянки (рис. 1.56а). Їх межі показані на знімку пунктирними лініями. Тут же наведені спектральні образи об'єктів і графіки розподілу яркостей еталонних ділянок в кожній із зон. Вони показують, наскільки правильно обрані еталони.

Після такої підготовчої роботи комп'ютерна програма провела класифікацію: порівняла спектральний образ кожного пікселя із спектральними образами еталонів і віднесла його до одного із заданих класів. В результаті було створено нове цифрове зображення, кожен піксель якого з певним ступенем ймовірності відповідав тому або іншому класу об'єктів. Таке зображення після оцінки результатів класифікації та додаткового редагування слугує основою для підготовки повноцінної тематичної карти.

Типи і кількість класів об'єктів, що виділяються при класифікації, залежать від поставленого завдання. Так для оцінки озеленення університетського містечка було виділено два класи: 1 – ділянки, зайняті рослинністю, 2 – всі інші об'єкти. При цьому еталонами для першого класу слугували ділянки з газонами і парками. Клас "*всі інші об'єкти*", що включив в себе пікселі з великим розкидом значень спектральної яскравості, об'єднав декілька класів об'єктів, таких як асфальтовані поверхні, будівлі і деякі інші. Отриманий результат наведено на рис. 1.56б.

Класифікація без навчання це процес, при якому розподіл пікселів зображення відбувається автоматично, на основі аналізу статистичного розподілу яскравості пікселя. Слід зазначити, що перед початком класифікації невідомо скільки, і яких об'єктів є на знімку, а після проведення класифікації необхідно дешифрування отриманих класів, щоб визначити, яким об'єктам вони відповідають. Класифікацію без навчання застосовують у випадку, якщо заздалегідь невідомо, які об'єкти є на знімку і на знімку велика кількість об'єктів (болем 30) зі складними межами. Нерідко застосовується як попередній етап перед класифікацією з навчанням.

Таким чином, можна виділити найбільш характерні особливості комп'ютерного дешифрування:

- аналіз зображення виконується на рівні окремих пікселів;
- кількісні оцінки (площа, довжина і т.д.) виходять з високою точністю;
- детальний і точний аналіз відмінностей яскравості обмежений лише властивостями цифрового знімка;
- форма об'єкта в просторі може бути визначена по парі суміжних знімків (3D-формат);
- використовувати непрямі ознаки практично неможливо;
- результати цифрової обробки об'єктивні, але залежать від параметрів, заданих виконавцем.

Перевага комп'ютерного методу дешифрування: можливість перетворення цифрових знімків для поліпшення їх сприйняття, застосування математичних операцій, можливість накладення зображень знімків (у тому числі різночасних).

Недолік методу: результати не завжди об'єктивні (достовірність всього 60-80%), відсутня логіка та інтуїція дешифрувальника.

Запитання для самоконтролю

1. *Що таке дешифрування аерокосмічних знімків?*
2. *У загальних рисах охарактеризуйте прямі ознаки візуального дешифрування.*
3. *У загальних рисах охарактеризуйте непрямі ознаки візуального дешифрування.*
4. *Назвіть особливості візуального дешифрування, його переваги та недоліки.*
5. *У загальних рисах охарактеризуйте візуальне дешифрування, посилене застосуванням комп'ютера.*
6. *У загальних рисах охарактеризуйте автоматичне дешифрування.*
7. *Назвіть особливості комп'ютерного дешифрування, його переваги та недоліки.*

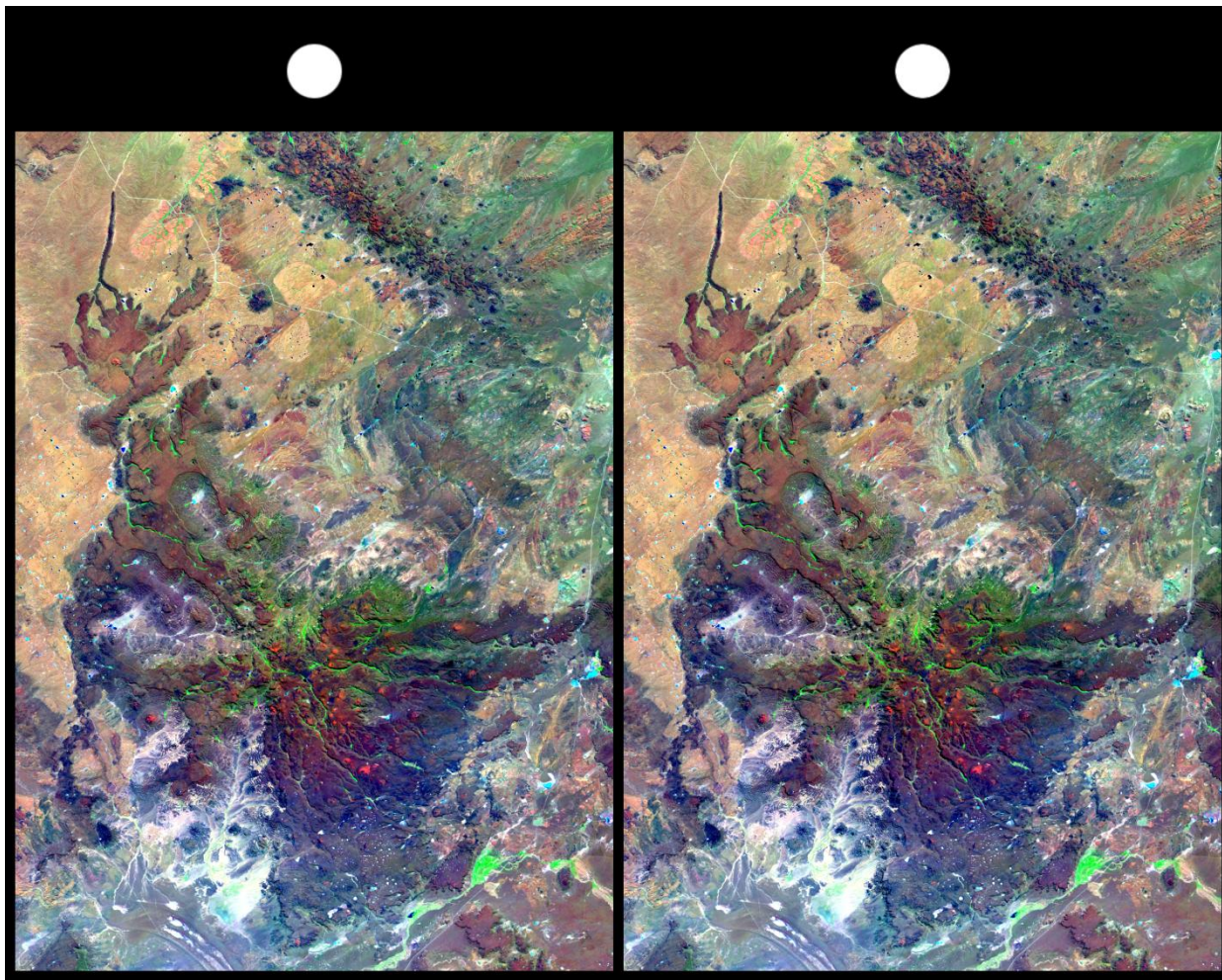


Рис. 1.53. Стереознімки Землі. Для здобуття стереоефекту дивіться на білі кухлі до тих пір, поки між ними не з'явиться третій - об'ємний

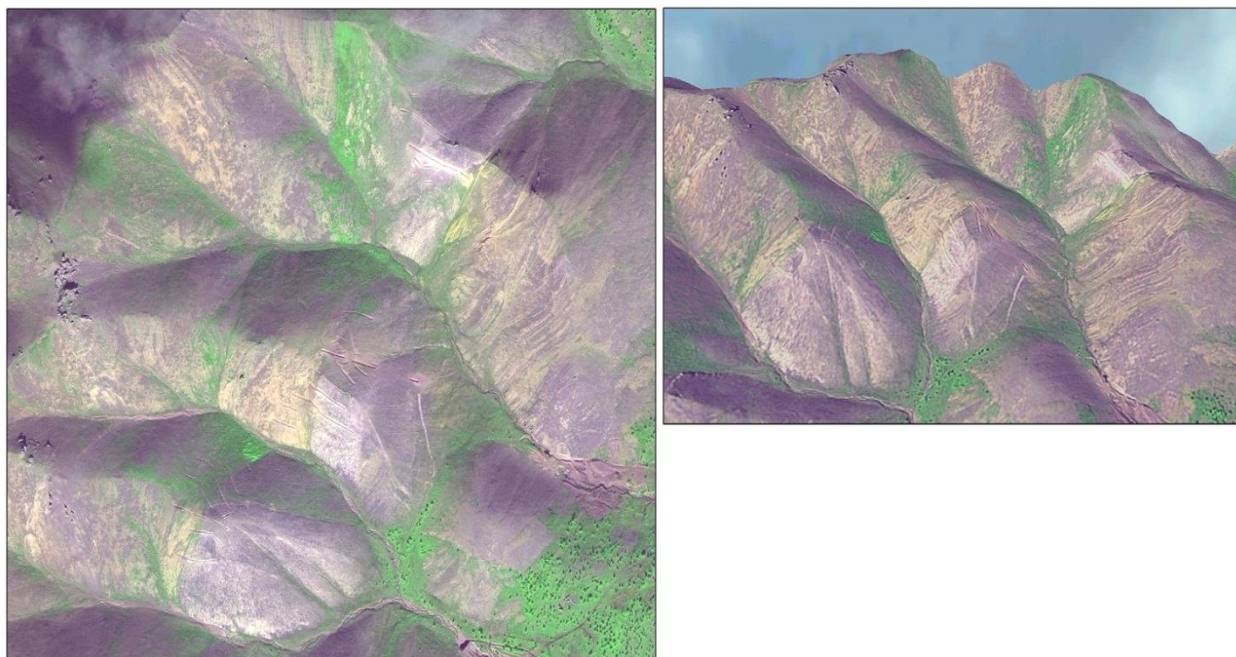
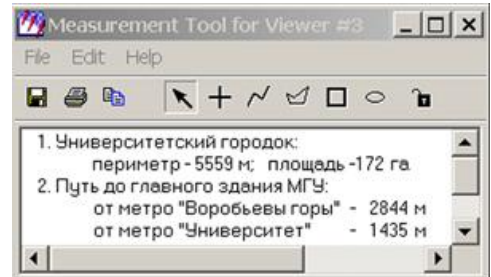


Рис. 1.54. Перетворення аерокосмічних знімків за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення у формат 3D: на лівому знімку наведено фрагмент космічного мультиспектрального знімку (супутник "Quick Bird"), на правому – побудоване з цього фрагменту 3-х мірне зображення

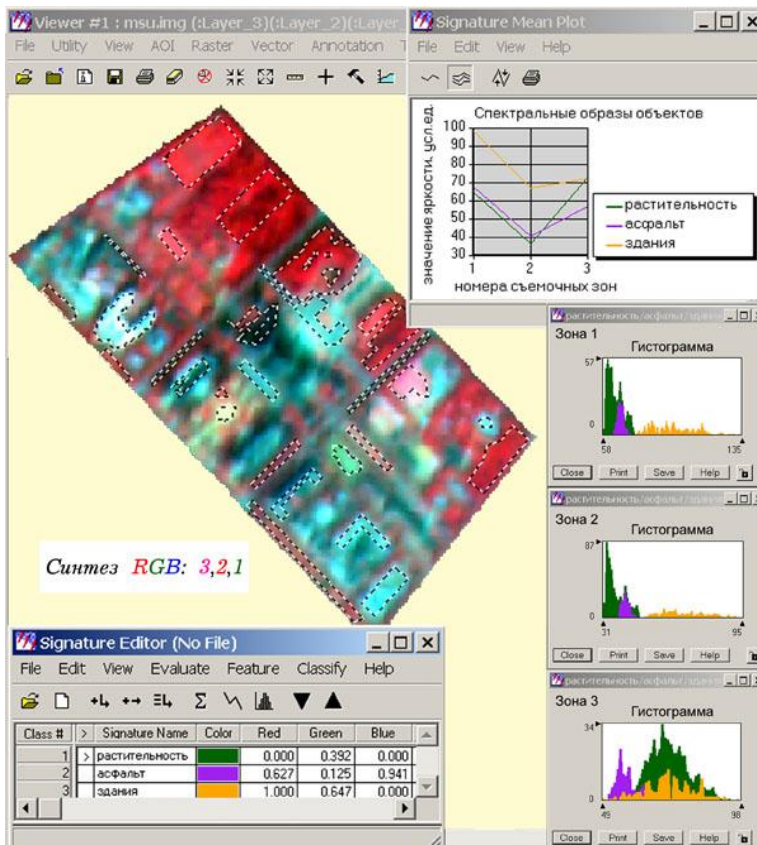


а

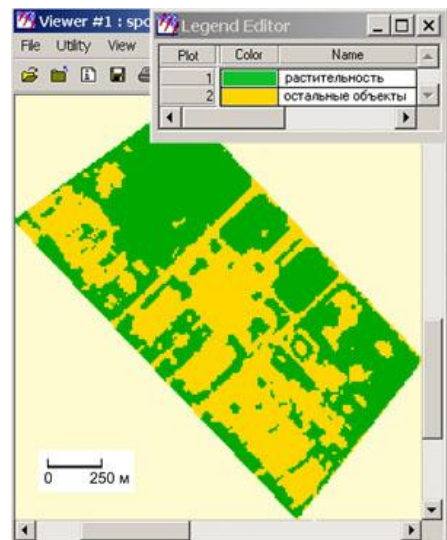


б

Рис. 1.55. Аэрознімок (а) студентського містечка МДУ (Москва, Росія) і дані вимірювання довжин і площ, отриманих при його обробці (б)



а



б

Рис. 1.56. Класифікація з навчанням, виконана при дешифруванні космічного знімка, отриманого з супутника "Spot" для території університетського містечка МДУ (Росія): а – виділення еталонних ділянок (пунктиром), підготовка спектральних образів об'єктів та графіки розподілу яскравостей еталонних ділянок; б – результати оцінки озеленення території

Глава 2

ПРИКЛАДНЕ ЗНАЧЕННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Аерокосмічні знімки знаходять сьогодні широке застосування практично у всіх напрямках географічних досліджень, а також використовуються в багатьох суміжних науках (геології, ґрунтознавстві, біології та ін.) і різних галузях господарства (транспорт, будівництво, управління міським господарством тощо). Враховуючи той факт, що історично для ДЗЗ характерний переважний розвиток по окремих областях науки й економіки, то аналіз основних напрямків практичного застосування аерокосмічних знімків логічніше також здійснювати за галузевою структурою.

2.1. Картографія

Використання аеросупутникових зображень, доповнених наземними контрольними даними, забезпечує об'єктивну базу для картографії. При цьому аерокосмічні знімки мають низку переваг, що визначає їх широке використання в картографії:

- велике територіальне охоплення одноразової зйомки;
- низька вартість аерокосмічних знімків в порівнянні з традиційними топографічними роботами;
- висока оперативність робіт, що забезпечує контроль і регулярну повторюваність спостережень за динамічними процесами зміни природних і антропогенних ландшафтів;
- отримання даних з важкодоступних районів;
- спрощена генералізація зображень на дрібномасштабних картах.

Основні напрямки застосування зображень високої роздільної здатності в картографії зводяться до наступного:

2.1.1. Створення та оновлення топографічних карт. Становлення методики роботи з даними аерофотозйомки для цілей топографічного картографування відноситься до 30-40-х років ХХ ст. і потім безперервно удосконалюється. З початком космічної зйомки відкрилися нові перспективи в картографуванні. Невисока роздільна здатність і технічні засоби, за допомогою яких отримували знімки на початковому етапі розвитку технології дистанційного зондування, дозволяли використовувати дані ДЗЗ тільки для дрібномасштабного картографування. Сьогодні просторовий дозвіл супутникових даних стрімко наближається до аерофотознімків, у цьому зв'язку космічні знімки можна розглядати як основу для складання великомасштабних топографічних карт (рис. 2.1).

Динамічність нашого часу ставить завдання оперативного внесення змін в поточні дані топографічних карт – їх *оновлення*. Під оновленням карт розуміється приведення їх у відповідність із сучасним станом відображуваної місцевості. Найчастіше ті чи інші елементи змісту застарівають більш ніж інші, тому при оновленні карт технологічні процеси складання елементів змісту карт потрібні в меншому обсязі, ніж при створенні нової карти. Оновлення проходить швидше і з меншими витратами, ніж створення карти заново. Технології оновлення карт

варіюють залежно від їх призначення, масштабу, вихідних матеріалів, обсягу робіт, ступеня старіння карт, використовуюваного програмного забезпечення і технічних засобів. Залучення досвідчених фахівців-картографів, які мають досвід дешифрування, дозволяє проводити генералізацію даних ДЗЗ високого дозволу, а саме: зміна площ забудови в населених пунктах, поява нових автомобільних доріг, зміна контурів рослинності, оновлення контурів рельєфу тощо (рис. 2.2).

2.1.2. Складання тематичних карт. Аерокосмічні знімки широко використовуються для створення різноманітних тематичних карт (геологічних, геоморфологічних, гідрологічних, океанологічних, метеорологічних, геоботанічних, ґрунтових, ландшафтних та ін.) Для кожного типу тематичних карт є своя методика їх складання та поновлення, яка використовує в певному поєднанні малюнок знімка зі значеннями яскравості в кожній його точці (відповідні спектральної відбивної здатності поверхні, її температури або іншим характеристикам, залежно від типу знімку). Використання аерокосмічних знімків при складанні тематичних карт сприяє збільшенню детальності карти і окресленню контурів, які більшою мірою відповідають природному малюнку (рис. 2.3). При тематичному картографуванні вимоги до точності нанесення положення об'єкта зазвичай трохи нижче, ніж для топографічних карт.

2.1.3. Створення тривимірних цифрових моделей територій. Поява на ринку супутникових зображень високого і надвисокого просторового дозволу, а також застосування високотехнологічних методів обробки ДДЗ дозволили вирішити задачу створення детальних і досить точних 3D моделей різноманітних географічних об'єктів. Для створення такої продукції необхідні супутникові зображення, що утворюють стереопару. Це дозволяє отримати інформацію про рельєф місцевості та визначити форму об'єкта з його просторовими координатами. Спеціалізовані програми забезпечують подальшу обробку, отриманої інформації (рис. 2.4).

Створені за такою технологією моделі можуть бути використані для найбільш ефективного візуального уявлення різноманітних природних і антропогенних комплексів при вирішенні таких завдань: територіальне планування і управління; геометричні розрахунки і техногенне проектування; попередження та ліквідація наслідків природних і техногенних надзвичайних ситуацій тощо. Важливою є можливість публікації створених моделей у всесвітньому сервісі **Google Earth** за місцем геоприв'язки. Їх перегляд доступний всім користувачам сервісу.

2.2. Геологія

Застосування даних ДЗЗ для вирішення геологічних задач засноване на генетичному взаємозв'язку глибинної будови певної території і зовнішнього вигляду її ландшафту. Внаслідок відмінності спектрометричних властивостей, різні елементи ландшафту по-різному відображаються на аерокосмічних знімках. Аналізуючи структурно-просторові і кольорово-яскраві елементи ландшафту за обробленими даними на основі базових моделей, стає можливим вирішення різних геологічних завдань:

2.2.1. Геолого – структурне картування територій. Виявлення причинного взаємозв'язку між тектонічними процесами і процесами рельєфоутворення є головною складовою геолого-структурних досліджень. Аналіз дрібних деталей в

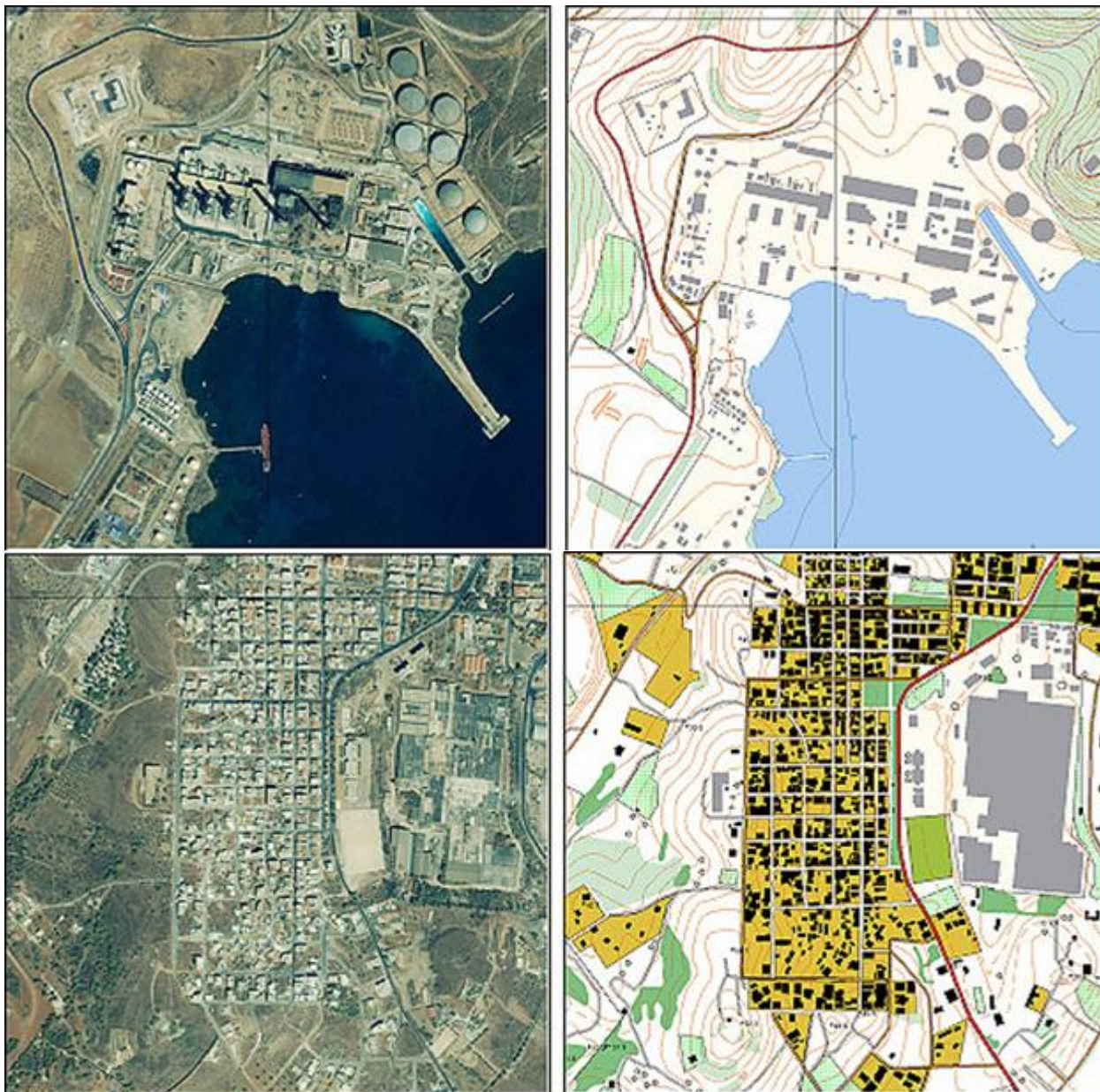


Рис. 2.1. Фрагменти космічних знімків (зліва) і карт масштабу 1:5000 (праворуч), складених за результатами їх дешифрування

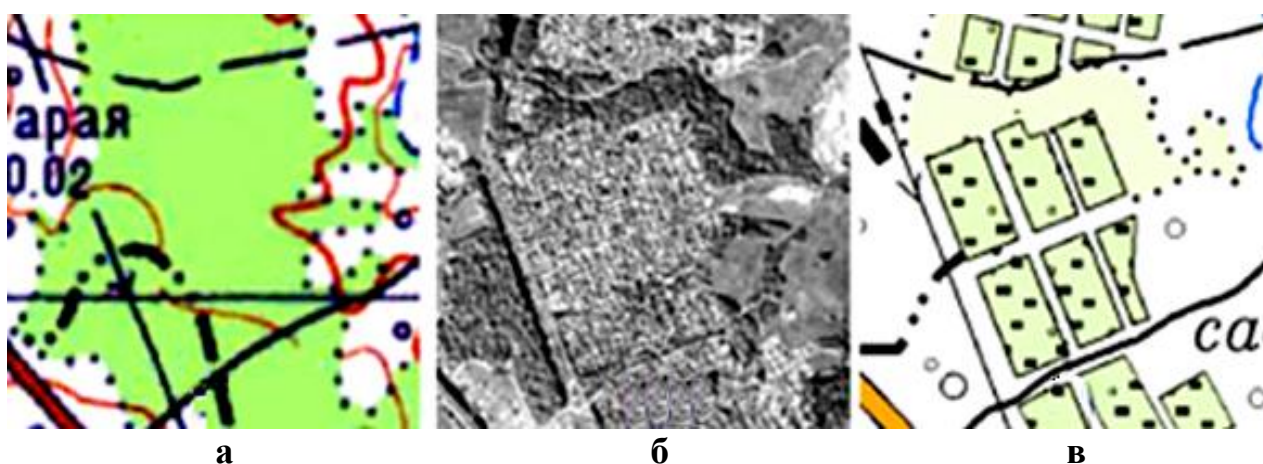
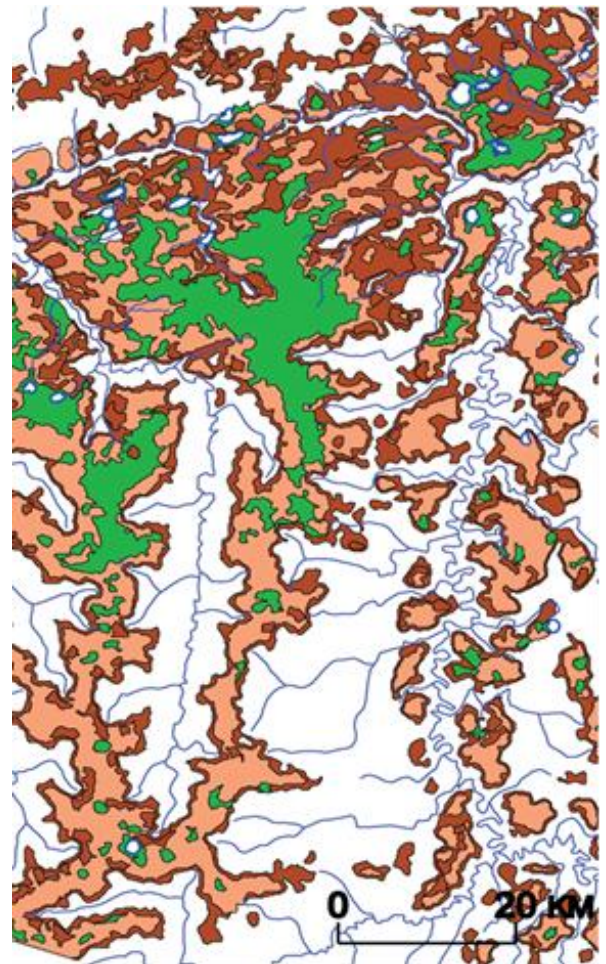
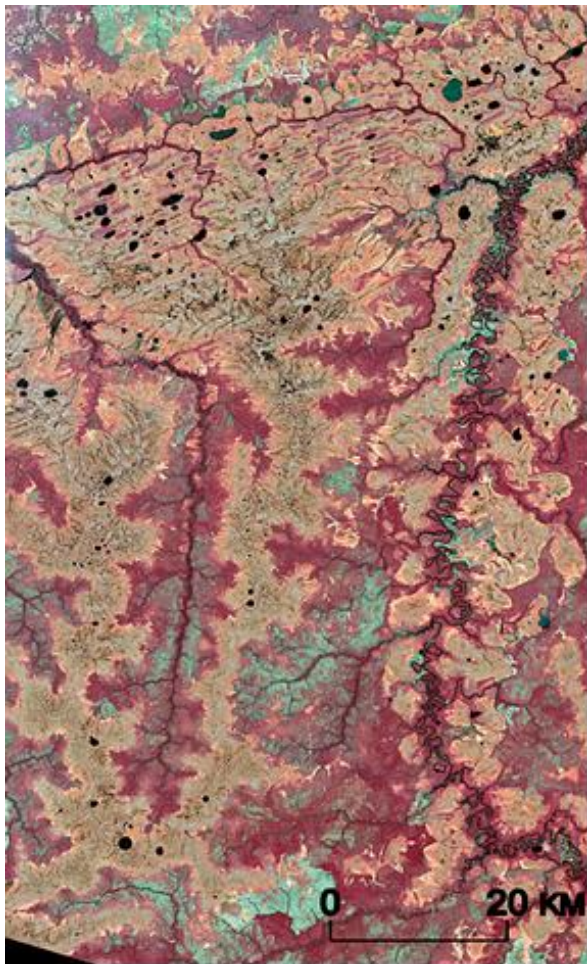


Рис. 2.2. Динаміка розвитку території, зайнятої садовими ділянками: а – фрагмент вихідного листа топографічної карти; б – фрагмент космічного знімка ("Ресурс-ДК"); в – фрагмент оновленого листа топографічної карти



типи боліт: грядово-озеркові грядово-мочажинні мохові

Рис. 2.3. Фрагмент типологічної карти боліт Західно-Сібірської рівнини (праворуч), складеної за результатами дешифрування космічного знімку (зліва)



Рис.2.4. Тривимірна модель міста Єкатеринбург, побудована з використанням стереопари з супутника "IKONOS": каркасна модель міської забудови (ліворуч), та високодетальна модель, з опрацюванням кожної споруди і відповідного текстурування тривимірних об'єктів (праворуч)

результаті генералізації зображення сприяє об'єднанню розрізаних фрагментів великих геологічних структур у єдине ціле [27]. Особливо добре відображаються лінійні розривні порушення, відмічені слабкими перепадами рельєфу, прямолінійними ділянками долин, зламами річкових русел і ерозійних форм, прямолінійними контактами і зрушеннями гірських порід різного літологічного складу (рис. 2.5).

2.2.2. Вивчення структури глибинних шарів земної кори. Аерокосмічні знімки відкривають нові можливості для пізнання глибинної будови земної кори. Особливо важливо це в зв'язку з пошуками прихованих родовищ корисних копалин. Для дослідження глибинних структурних елементів використовуються космічні знімки з різним дозволом. Передбачається залежність між дозволом знімків і глибиною геологічних досліджень. Дуже сильна генералізованість зображення сприяє виявленню найбільш глибинних структур, для вивчення яких доцільне використання знімків малого дозволу з метеорологічних супутників. Дешифрування глибинних структур нерідко виявляє незгоду їх орієнтування з поверхневими структурами, а також тектонічне розшарування літосфери (рис. 2.6).

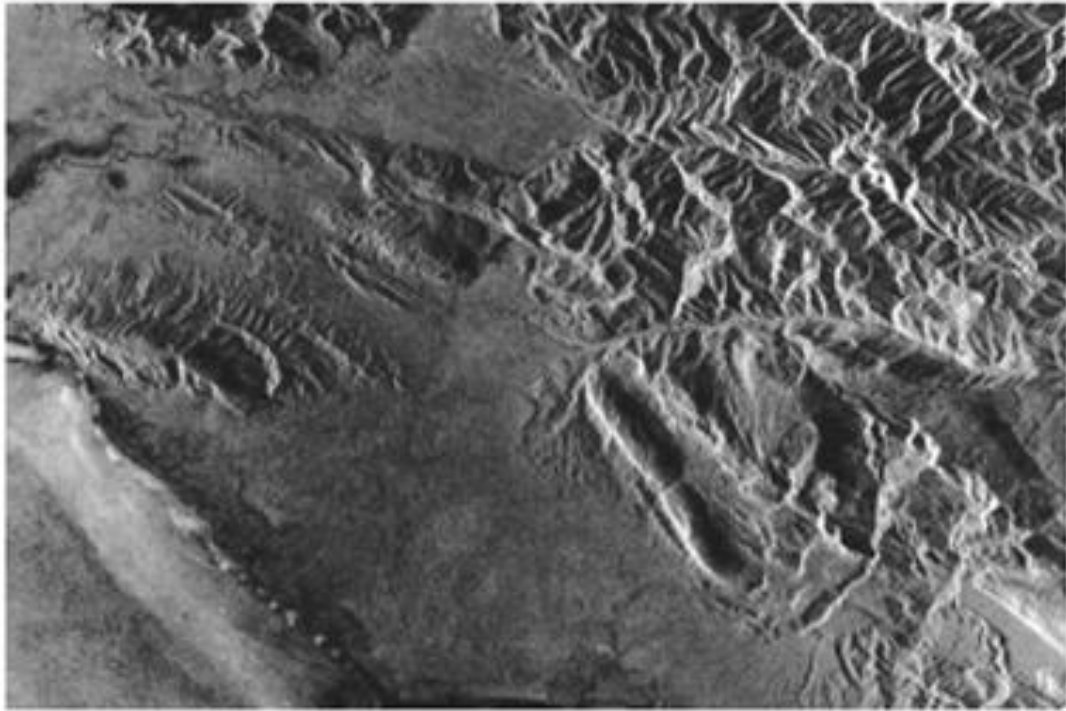
2.2.3. Прогнозування та пошук родовищ корисних копалин. Зіставлення результатів структурно-геологічного дешифрування з просторовим розподілом відомих родовищ сприяє виявленню закономірностей їх розміщення, приуроченості до певних структур, що дозволяє прогнозувати можливі родовища. Так, наприклад, при пошуках нафти і газу важливо встановити наявність великих антиформних структур, ускладнених локальними позитивними формами рельєфу і обмежених розломами. На основі дешифрування цих елементів на аерокосмічних знімках здійснюється прогноз родовищ вуглеводнів (рис. 2.7). Наявність кільцевих структур на знімках в північній частині Сибіру (Росія) послужило пошуковою ознакою для виявлення кімберлітових трубок.

Застосування методів дистанційного зондування дозволяє радикально (на порядки) зменшити вартість геологорозвідувальних робіт, проводячи комплексне дослідження великих територій, часто недоступних з тих чи інших причин для традиційних методів геологорозвідки.

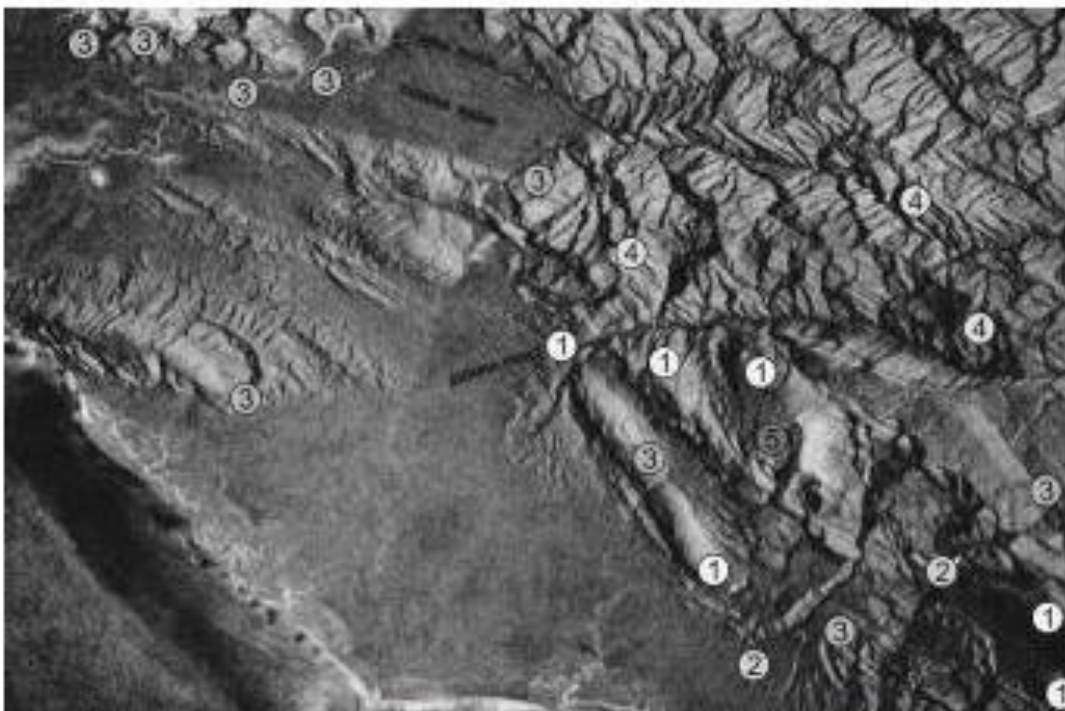
2.3. Сільське господарство

Сільське господарство – одна з найбільш перспективних сфер для використання даних ДЗЗ. Сільськогосподарські культури відмінно вирізняються на аерокосмічних знімках, вони нічим не приховані, однарусні, добре дешифруються як за текстурою, так і за спектральними характеристиками. Як показує світовий досвід, застосування аерокосмічних знімків у сільському господарстві дозволяє істотно удосконалити методи оперативного контролю стану посівів і прогнозу врожаю, покращити збір сільськогосподарської статистики, підвищити точність, однорідність і об'єктивність спостережень. Основними завданнями у цій галузі є:

2.3.1. Дослідження систем землеробства. Відмінності в структурі зображень сільськогосподарських господарств різної виробничої спрямованості дає можливість використовувати аерокосмічні знімки для аналізу особливостей сільськогосподарського виробництва в масштабах окремих країн. На супутникових знімках (рис. 2.8) наведені приклади відмінності в нарізці сільгоспугідь з різними



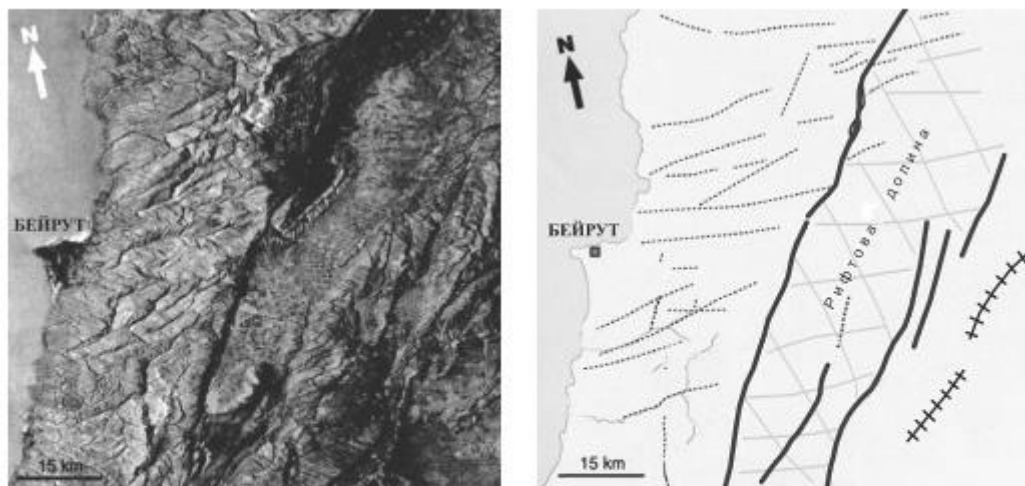
а



- | | | |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 – антiклінальні структури | 2 – розломи | 3 – тектонічні порушення |
| 4 – структури випинання | 5 – блокова структура | |

б

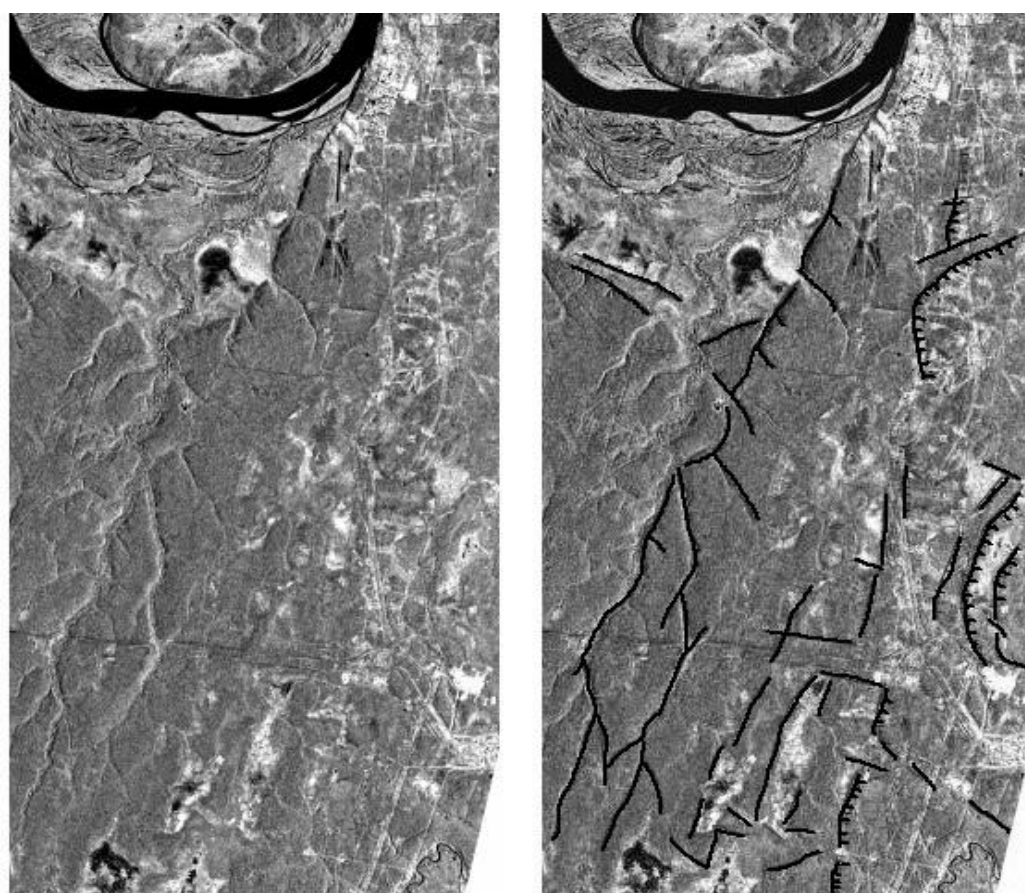
Рис. 2.5. Радіолокаційний знімок, що відображає рельєф і структуру земної поверхні (а) та виділення різних структурних елементів на ньому (б)



а) б)

- — скиди, які обмежують долину Леванта
- - - - - — зсуви
- + + + + + — пальмирська зона складчатості

Рис. 2.6. Радіолокаційний знімок (а), схема розривних порушень (б) та їх кінематичних особливостей



а б

- скиди зі зсувами — фрагменти насувів
- поперечні зсуви

Рис. 2.7. Радіолокаційний знімок частини Вуктильського газового родовища (а) і схема розривних порушень (б). За даними [48]

технологіями землеробства. Так, у Міннесоті полями є квадрати з розміщеною координатною сіткою (рис. 2.8а). На початку ХХ-го століття, їх розмір визначався практичним досвідом: розмір поля мав бути досить великий для зручності використання сільськогосподарських машин. Недалеко від міста Санта-Крус (Болівія) радіальна схема розбиття полів обумовлена планом схеми розселення в зоні тропічних лісів (рис. 2.8б). В центрі кожної ділянки розташована маленька община, а довкола неї – поля. Невеликі ділянки лісу відокремлюють поселення один від одного. Схожі на вузькі прямокутники рисові поля під Бангкоком (Таїланд) отримують воду з мережі каналів, яка з'явилася декілька століть назад (рис. 2.8в). Заболочена місцевість Сивашу представляє собою мережу дрібних заток, оточених сільськогосподарськими угіддями, здебільшого прямокутними, хоча зустрічаються і поля у формі кола (рис. 2.8г).

Виразний малюнок сільськогосподарських угідь робить знімки основою для районування територій, яке зазвичай виконується з використанням матеріалів сільськогосподарської статистики і отримало тепер можливість точної територіальної прив'язки статистичного матеріалу.

2.3.2. Інвентаризація сільськогосподарських угідь. Для проведення обліку, інвентаризації та класифікації сільгоспугідь необхідна наявність спеціальних великомасштабних сільськогосподарських планів і карт. Наявні різномірні плани та карти по районах і господарствах безнадійно застаріли й потребують суттєвого уточнення та корекції. Знімки високої роздільної здатності забезпечують складання карт сільськогосподарських угідь у масштабах аж до 1:25000, а можливість періодичного повторення аерокосмічних знімків, дозволяє вирішувати питання про постійне оновлення карт земельних угідь.

Сільськогосподарське картографування з використанням даних ДЗЗ забезпечує складання карт 3-х рівнів:

- карти адміністративних районів (рис. 2.9);
- карти окремих господарств (рис. 2.10);
- карти окремих угідь (конкретних полів, пасовищ, сінокосів та ін.).

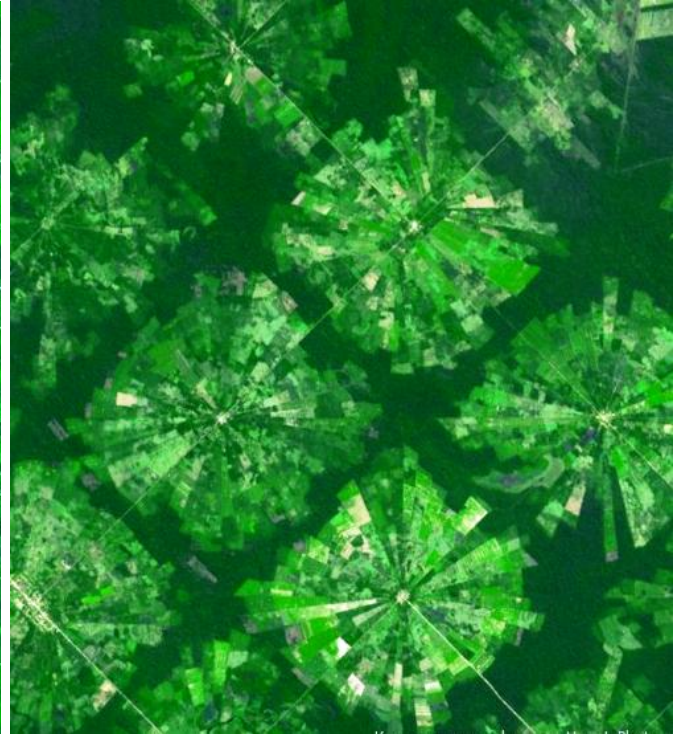
2.3.3. Моніторинг сільськогосподарських культур. Типовими завданнями тут є: забезпечення поточного контролю за станом посівів сільськогосподарських культур і раннє прогнозування їх врожайності, моніторинг темпів збирання врожаю одночасно по територіях великих регіонів, визначення складу та фізичних характеристик ґрунтів, стеження за якістю і своєчасністю проведення різних сільськогосподарських заходів тощо.

Ці завдання вирішуються систематичними повторними зйомками, які забезпечують спостереження за складом ґрунтів, динамікою розвитку сільськогосподарських культур і прогнозуванням врожайності. Експериментальними роботами встановлена лінійна кореляційна залежність між рослинною масою і урожаєм озимої пшениці. Отримані рівняння зв'язку використовуються для прогнозу врожаю пшениці. Використовуючи при дешифруванні відмінності в спектральній яскравості рослинності протягом вегетаційного періоду і індекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), за тоном зображення полів судять про їх агротехнічний стані (рис. 2.11). Похибка визначення врожайності зернових не перевищує 20%.

Слід сказати, що поточні результати моніторингу стають набагато об'єктивнішими і точнішими, коли вони поєднуються з картами сільгоспугідь.



а



б



в



г

**Рис. 2.8. Супутникові знімки різних систем землеробства:
а – квадратні поля в Міннесоті (США); б – радіальна схема розбиття полів недалеко від міста Санта-Крус (Болівія); в – подовжені прямокутні рисові поля під Бангкоком (Таїланд); г – сільськогосподарські угіддя в районі Сивашу (Україна)**

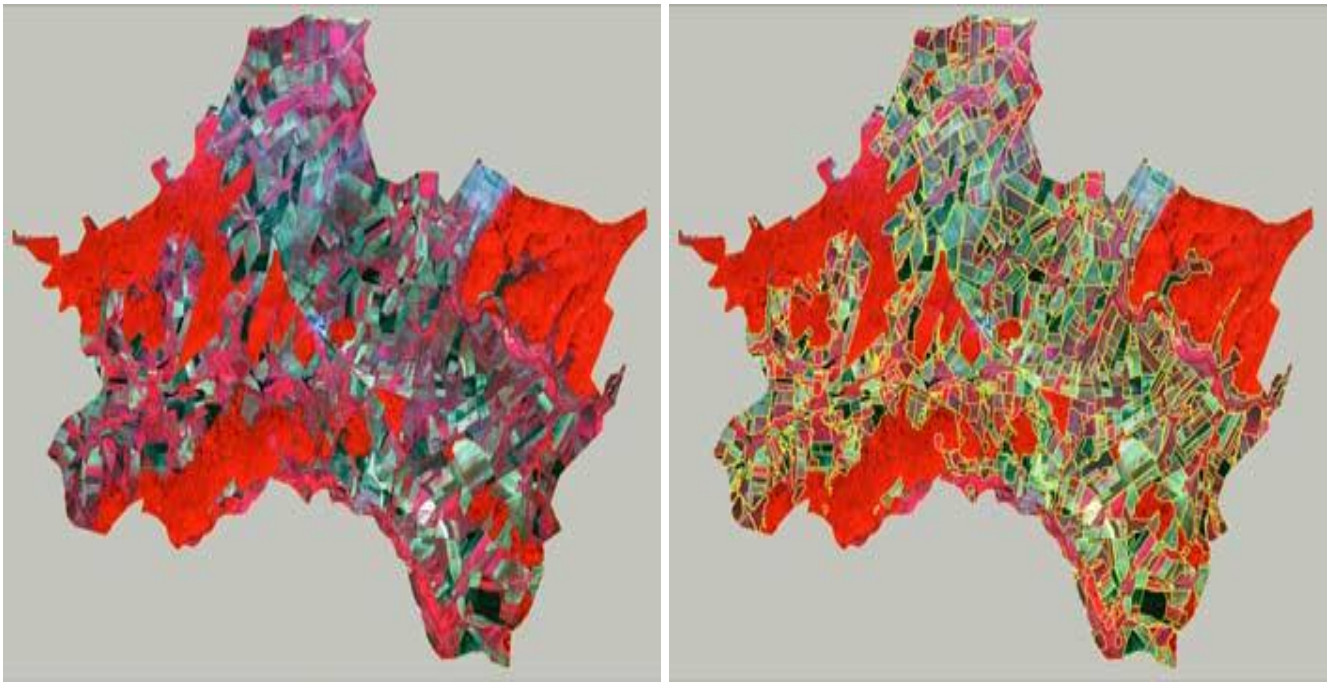


Рис. 2.9. Космічний знімок Черемшанського району Татарстану (ліворуч) і карта сільгоспугідь (праворуч), створена за знімком



Рис. 2.10. Карта сільгоспугідь у районі с. Анастасівка (Криворізький район, Україна), створена за космічним знімком

Самі ж по собі завдання моніторингу вирішуються у цьому випадку ефективніше і з істотно меншими витратами, так як немає необхідності використовувати польові дані для визначення меж полів і набагато легше виконується виділення еталонних ділянок.

Сучасна технологія моніторингу сільськогосподарських культур за даними ДЗЗ знайшла своє вираження в такій відносно новій сфері сільського господарства, як *точне землеробство*, суть якого полягає в тому, що для отримання з деякого поля максимальної кількості якісної та дешевої продукції для всіх рослин цього сільгоспугіддя створюються однакові умови росту та розвитку. Важливою складовою технології *точного землеробства* є своєчасне виявлення і локалізація ділянок пригніченого стану рослинності в межах поля, що може бути спричинено різними чинниками: ураженням рослин шкідниками, засиллям бур'янів тощо.

2.3.4. Визначення складу сільськогосподарських культур. Склад культур визначається як за матеріалами багатозональних зйомок, так і при проведенні повторних зйомок протягом сезону вегетації. Поділ сільськогосподарських культур за багатозональним сканерним знімкам виконується з використанням відомих характеристик спектральної відбивної здатності культур, або на основі аналізу еталонних ділянок з відомими культурами, причому основні зернові культури виявляються з точністю до 95% (рис. 2.12). Методика дешифрування різночасових знімків спирається на знання тимчасового ходу спектральної яскравості культур або на багаторічні фенологічні дані про розвиток культур та термінів основних фаз розвитку з урахуванням метеорологічних умов року зйомки.

2.4. Лісове господарство

Велика площа лісового фонду, лісів, деревної і чагарникової рослинності, що не входять до лісового фонду, їх труднодоступність і необхідність проведення моніторингу на значних територіях з неоднаковими характеристиками лісових екосистем, вимагають залучення до вирішення комплексу перерахованих завдань аерокосмічних методів аналізу. Головними завданнями у цій галузі є:

2.4.1. Інвентаризація лісів. Головною метою цих робіт є визначення геопросторових якісних (породний склад, вирубки і гарі, вітровали тощо) і кількісних (запаси і площі насаджень) характеристик лісів з розробкою єдиної оптимальної схеми їх стратифікації. Стратифікація проводиться шляхом групування лісових насаджень у відносно однорідні групи (страти).

Аерокосмічні інвентаризаційні зйомки повинні проводитися у весняний, літній або осінній сезони, переважно у вегетаційний період. Зимові зйомки при наявності снігового покриву може застосовуватися як доповнення до зйомок у безсніжний період. Мета її – підкреслити контраст окремих лісових формацій та деяких інших об'єктів. Склад деревостанів на знімку визначається за сукупністю ознак: текстурі зображення, форми крон і тіней. Для розпізнавання видового складу має значення забарвлення крон дерев. Так, наприклад, за інтенсивністю забарвлення на перше місце слід поставити березу і осику, а далі сосну, ялицю і ялину. Середня висота дерев визначається з опрацювання аерофотознімків. Запас деревостану обчислюють за спеціальними таблицями, попередньо визначивши за знімкам породу, вік і повноту.

Для створення лісових карт найбільш перспективною є технологія автоматичної класифікації знімків, для чого використовуються еталонні ділянки по кожному з районів проведення інвентаризації. При цьому слід мати на увазі, що еталонні ділянки повинні бути представницькими, тобто містити породний склад лісів, характерний для досліджуваних територій (рис. 2.13).

Однією з найважливіших задач інвентаризації лісів є контроль за незаконними рубками (рис. 2.14). Оперативна інформація, що отримується з космічних знімків, дозволяє виявити і визначити місця, площі та обсяги незаконних рубок лісу, а також встановлювати інші порушення чинних правил і норм.

2.4.2. Контроль за станом лісів. Необхідність здійснення регулярного моніторингу стану лісів обумовлена їх динамічністю внаслідок впливу природних і антропогенних чинників (таких як пожежі, вирубки, хвороби, пошкодження шкідниками, техногенні забруднення і деяких інших), масштаби проявлення яких істотно змінюються залежно від регіону. Аерокосмічна зйомка дозволяє організувати регулярне спостереження за станом лісів, включаючи реєстрацію змін у лісовому фонді.

Особливу роль у цьому напрямі має *лісопатологічний моніторинг*, метою якого є отримання і аналіз інформації про патологічні (не прогнозовані лісовпорядкуванням) зміни в насадженнях у результаті хвороб, пошкодження шкідниками, всихання і заболочування внаслідок кліматичного і метеорологічного впливу, антропогенного хімічного і радіоактивного забруднення та з інших причин. Його результати використовуються для обґрунтування прийняття рішень про необхідність проведення лісозахисних робіт.

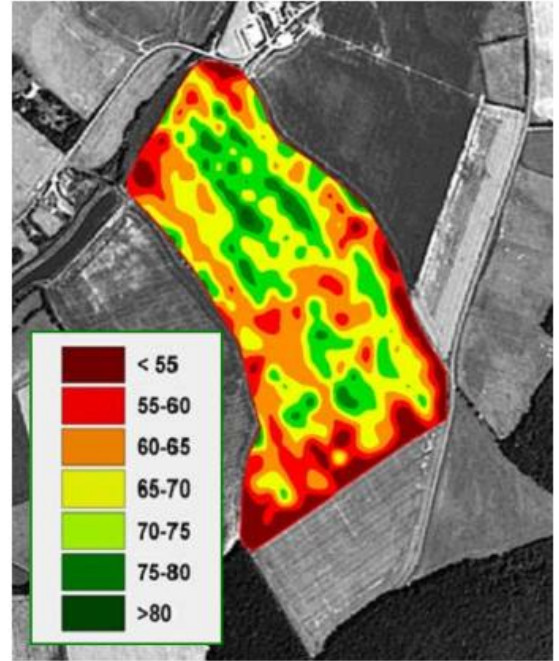
Облік лісових площ, які зазнали впливу патологічних змін, зазвичай вимагає застосування великомасштабних аерознімків. За ним дешифруються пошкодження лісів шкідниками (рис. 2.15), вітровали, наслідки пожеж тощо. Стан древостоя визначається за тоном полога (полог – сукупність крон дерев, що зімкнулися, розміщених в одному рівні) на знімку (наприклад, пожовтіння внаслідок всихання), за зміною структури (зрідженість, вітровал, бурелом) та кольору (ураженість шкідниками).

2.4.3. Охорона лісів від пожеж. Слід відзначити високу ефективність оперативної космічної зйомки для моніторингу пожежонебезпечної обстановки в лісах, виявлення осередків пожеж. Великі лісові пожежі надійно дешифруються на знімках, отриманих з супутників ДЗЗ малого та середнього дозволу (рис. 2.16). Параметри орбіт таких космічних апаратів дозволяють одночасно формувати зображення великих територій. Крім того, знімки отримують не тільки у видимому діапазоні, а й тепловому, що дуже важливо для реєстрації пожеж площею від 50 квадратних метрів.

Сьогодні успішно застосовуються програми, що дозволяють автоматично виявляти осередки пожеж та складати карти лісових пожеж. У мережі Інтернет є онлайн карти пожеж, складені за даними космічних знімків. Наприклад, геосервер *Google Earth* дозволяє переглядати карту пожеж, засновану на аналізі теплових каналів знімків низького. Поєднання знімків до і після пожеж дає можливість виявити гарі, визначити їх площі і оцінити збиток, нанесений лісовому господарству.



Вміст органічних речовин,‰



Урожайність, ц/га

Рис. 2.11. Характеристика ґрунтів та просторовий розподіл врожайності в межах окремого сільськогосподарського поля (за даними супутникових знімків)

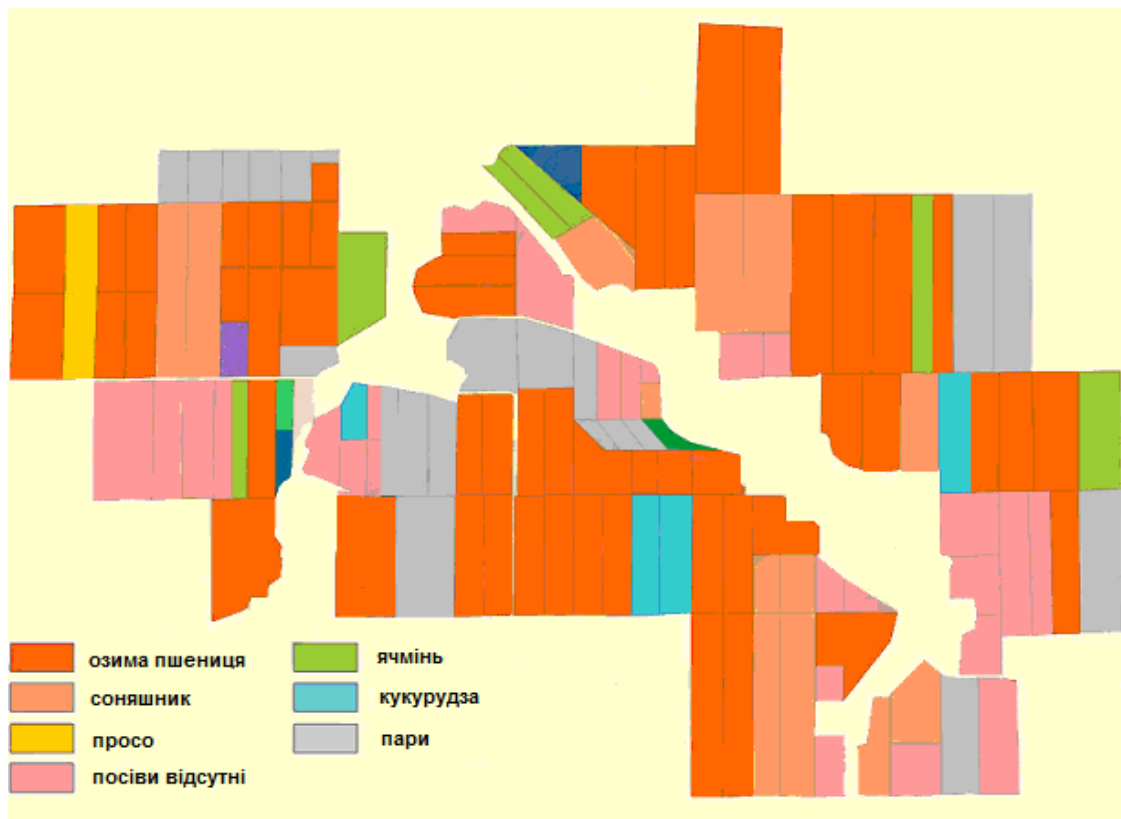


Рис.2.12. Карта складу сільськогосподарських полів, побудована за результатами дешифрування космічного знімку

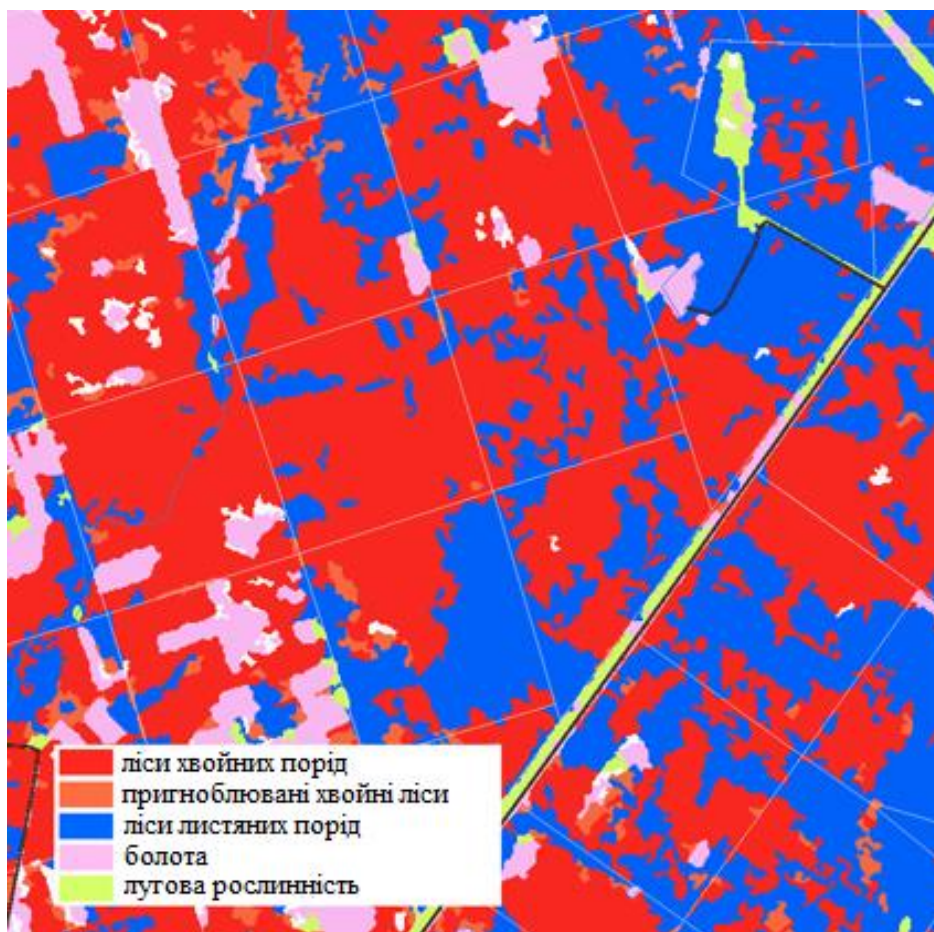
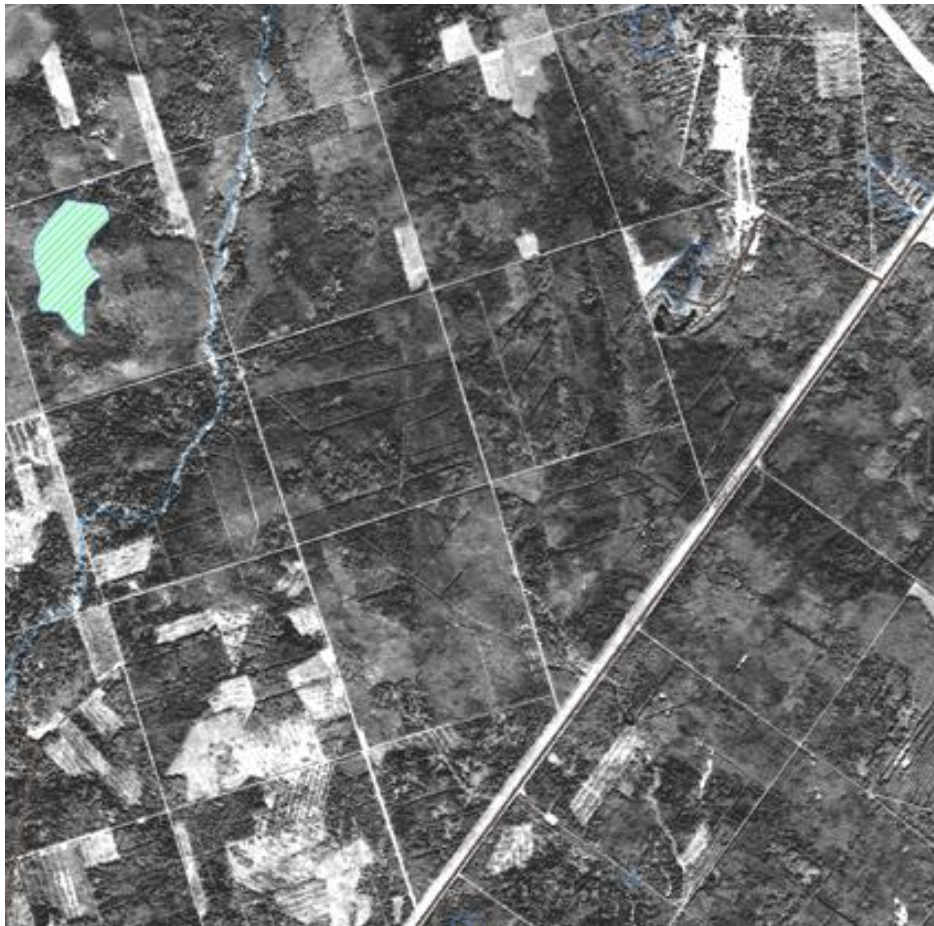


Рис. 2.13. Космічний знімок лісів (зверху) і карта його порідного складу (внизу), складена за результатами автоматичної дешифровки

2.5. Гідрологія

Дані дистанційного зондування, завдяки великій оглядовості, високої роздільної здатності та періодичності спостережень, є високоефективним методом вивчення різних гідрологічних об'єктів: морів, океанів, річок, озер, льодовиків та снігового покриву. Серед основних завдань у цьому напрямку можна виділити наступні:

2.5.1. Моніторинг водних об'єктів. Аерокосмічні знімки дають просторову картину стану водного об'єкта. Послідовні зйомки дозволяють простежити зміну цієї картини в часі та просторі. Так, інфрачервона (теплова) зйомка дозволяє фіксувати одноразову температуру поверхні океану, що, в свою чергу, дає матеріал для дослідження динамічних процесів – течій, вихорів і фронтів, знаходити райони підвищеної біопродуктивності, оцінювати взаємодію океану та атмосфери й вирішувати низку інших важливих завдань (рис. 2.17).

Знаходять відображення на знімках і біологічні компоненти вод. Хлорофіл, що міститься в фітопланктоні змінює колір води океанів і морів (рис. 2.18), при цьому встановлюється чіткий кореляційний зв'язок між співвідношенням яскравості в блакитній та зеленій зонах спектра і концентрацією фітопланктону. Такі дослідження необхідні в рибогосподарських цілях, а також мають велике екологічне значення. Актуальна задача моніторингу забруднень водних об'єктів, насамперед нафтопродуктами. Нафтова плівка впливає на оптичні характеристики поверхні, змінюючи її відбивні властивості. Контрасти між плямами нафти і чистою поверхнею фіксуються при зйомці у видимому діапазоні (рис. 2.19). Не менш ефективні спостереження і за іншими джерелами викидів шкідливих речовин у гідрологічні об'єкти різного масштабу (рис. 2.20).

Аерокосмічні знімки – надійний засіб спостереження за зміною рівня води водних об'єктів. Проводячи регулярні супутникові заміри стає можливим підрахунок площі та об'єму водойм, виявляється гідрологічна залежність цих показників від різного роду природних і антропогенних чинників.

2.5.2. Дослідження снігового покриву. Традиційні методи дослідження снігових мас вимагають дорогих і складних ресурсів. Аерокосмічна зйомка вперше відкрила можливість одночасної фіксації на значних територіях поширення снігового покриву, вивчення його динаміки (рис. 2.21). Обидві характеристики є основними для оперативного картографування снігового покриву, необхідного в цілях гідрологічних прогнозів. Так, вивчення сезонної та річної динаміки снігового покриву є ключовим параметром для моделювання процесу танення снігу та прогнозування напрямків потоків талої води. Крім того, глобальне спостереження за еволюцією снігового покриву застосовується для кліматологічного аналізу: з межами цих явищ пов'язані процеси утворень циклонічних вихорів.

Сніг є ідеальним індикатором забруднення повітря. Забруднюючі речовини випадають з атмосфери в сухому вигляді і з опадами, накопичуються в сніговому покриві на великих відстанях від джерел – промислових підприємств, транспортних комунікацій тощо. Забруднення снігу впливає на яскравість зображення і чітко виявляються у вигляді розпливчастих плям на білому фоні (рис. 2.22). Найбільш відчутні відмінності в характеристиках снігового покриву навесні, хоча закладаються ще взимку. При сніготаненні ці контрасти стають більш вираженими за рахунок забруднюючих речовин, що виділяються зі снігу.



Рис. 2.14. Супутникові знімки лісів в штаті Рондонія(Бразилія). Знімок зліва отриманий 24.06.84 р., а справа – 6.08.11 р.. За 27 років більша частина лісів незаконно вирубані

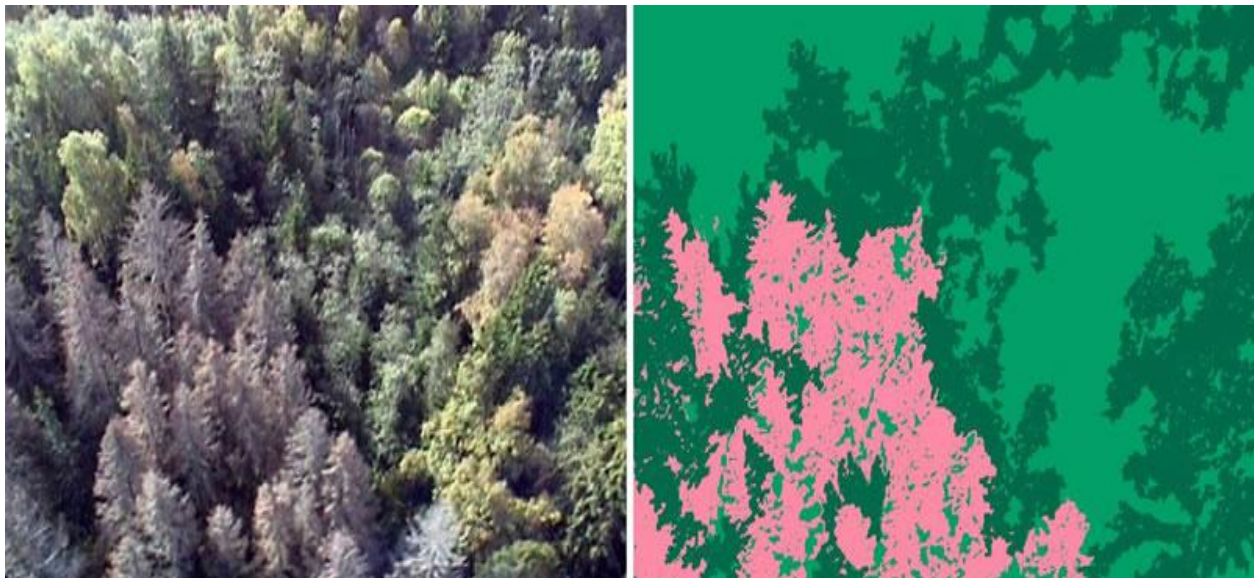


Рис. 2.15. Аерофотознімок ураженої ділянки лісу (зліва) і результати його напівавтоматичного опрацювання (справа).



Рис. 2.16. Супутникові знімки лісових пожеж у липні 2007 року на півдні Якутії і в Хабаровському краї (Росія).

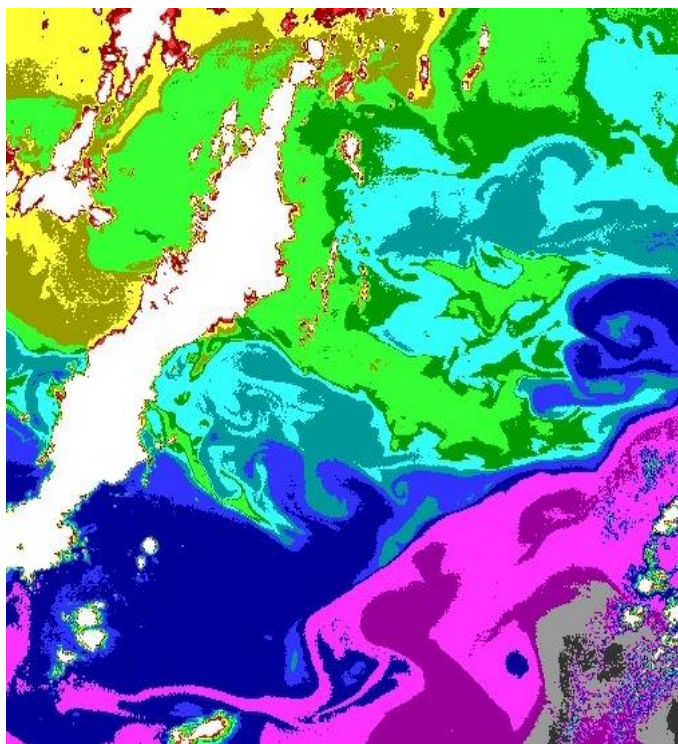


Рис. 2.17. Інфрачервоний космічний знімок, що відображає теплову структуру поверхні океану

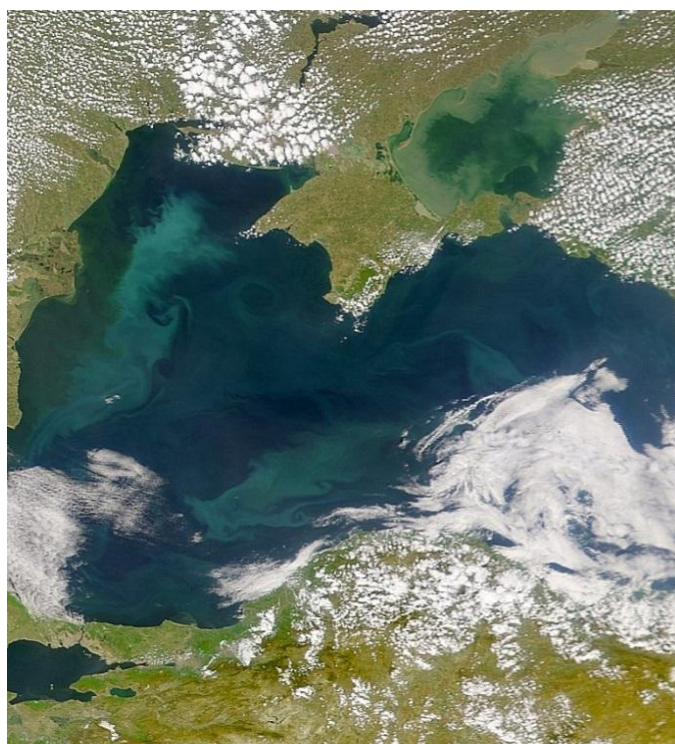


Рис. 2.18. Космічний знімок території Чорного моря, що відображає динаміку розвитку фітопланктону.



Рис. 2.19. Нафта, що витекла у воду після вибуху і пожежі на нафтовій платформі «*Deepwater Horizon*» в 2010 році добре видна на знімку, зробленому із супутника НАСА.



Рис. 2.20. Аерознімок, що фіксує скидання фосфатів у водосховище в Флориді (США)

Космічні знімки субметрового дозволу та аерофотознімки широко використовуються для вивчення снігових лавин. Так, за прямими і непрямими дешифрувальними ознаками на знімках чітко виділяються лавинні осередки та мережі лавинозборів, що дозволяє робити оцінку лавинної небезпеки гірських районів (рис. 2.23, 2.24).

2.5.3. Оцінка льодового режиму водних об'єктів. Аерокосмічні знімки з успіхом використовуються для вивчення льодової обстановки океанів, морів, річок, озер та інших водних об'єктів. Систематична і детальна оцінка постійно мінливого льодового режиму водних об'єктів являє собою важливу наукову і практичну задачу. Наприклад, вивчення за знімками положення кромки криги і припаю, межі зон різної згуртованості льодів, розвиток полину, дешифруються у вигляді карт льодової обстановки, які використовуються при навігації суден (рис. 2.25).

Систематичні послідовні космічні знімки високого та середнього дозволу дають відомості про просторово-часову динаміку крижаних утворень на озерах, річках і водосховищах, швидкості просування фронту розтину і формування льодоставу на великих річках. За допомогою аерокосмічних знімків виявляються місця, сприятливі для утворення льодових заторів. Це круті повороти русел в поєднанні зі звуженням річки, ділянки розгалуження русла з малою швидкістю течії, перешкоди в руслі та ін.

2.5.4. Моніторинг повеней і паводків. Аерокосмічні знімки дозволяють не тільки спостерігати розвиток повеней та паводків (рис. 2.26), а й отримувати оперативний прогноз зон затоплення, що дозволяє приймати ефективні заходи по зменшенню економічних наслідків і підвищити безпеку населення в кризових ситуаціях. Так застосування спеціальних комп'ютерних програм дозволяє з високим ступенем достовірності моделювати межі води і суходолу, площі затоплених земель, виявляти території, що знаходяться в небезпеці через піднімання рівня води (рис. 2.27).

2.6. Екологія

Аерокосмічні знімки незамінні в питаннях діагностики екологічного стану місцевості, і результати зйомки останнім часом все частіше використовуються екологами. Коло геоекологічних проблем, що вирішуються з використанням дистанційних методів, надзвичайно широке як за охопленням території (від глобальних і регіональних до локальних), так і за напрямком досліджень. Охарактеризуємо основні з них.

2.6.1. Антропогенний вплив на природу. Аерокосмічні знімки добре передають різні види впливу людини на природу. Активно досліджуються місця відкритого видобутку корисних копалин: кар'єри, відстійники, хвостосховища гірничо-збагачувальних підприємств та інші види промислового природокористування. Особливо важливим є вивчення характеру зміни техногенного навантаження на природні комплекси у часі: зіставляючи такі показники як територія і площа промислових об'єктів, забруднення ґрунтів і водойм через певні часові інтервали, стає можливою оцінка геоекологічної ситуації території (рис. 2.28). На знімках чітко виявляються ушкодження природної екосистеми навколо промислових підприємств і великих міст.



Рис. 2.21. Космічний знімок поширення снігового покриву територією Італії в січні 2011 р.



Рис. 2.22. Космічний знімок Норильська (Росія) і прилеглого району. Виразно видно забруднення снігового покриву довкола міста нікелевим і металургійним комбінатами

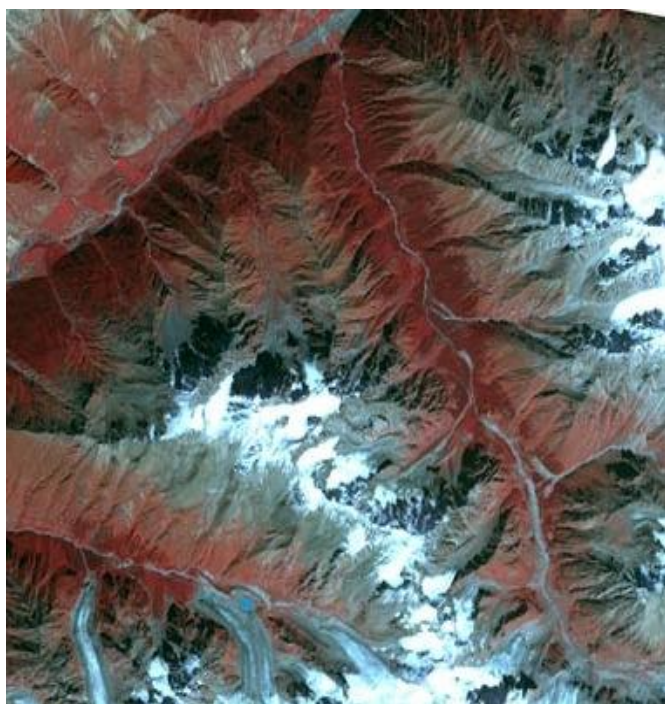


Рис. 2.23. Супутниковий радарний знімок частини долини р. Баксан (Північний Кавказ, Росія). Знімок дозволяє виявити багаточисельні сліди селепроявів в долині і крупні лавинозбори на схилах гір



Рис. 2.24. Супутниковий знімок лавинозборів: 1 – лавинні осередки; 2 – зони транзиту; 3 – зона акумуляції

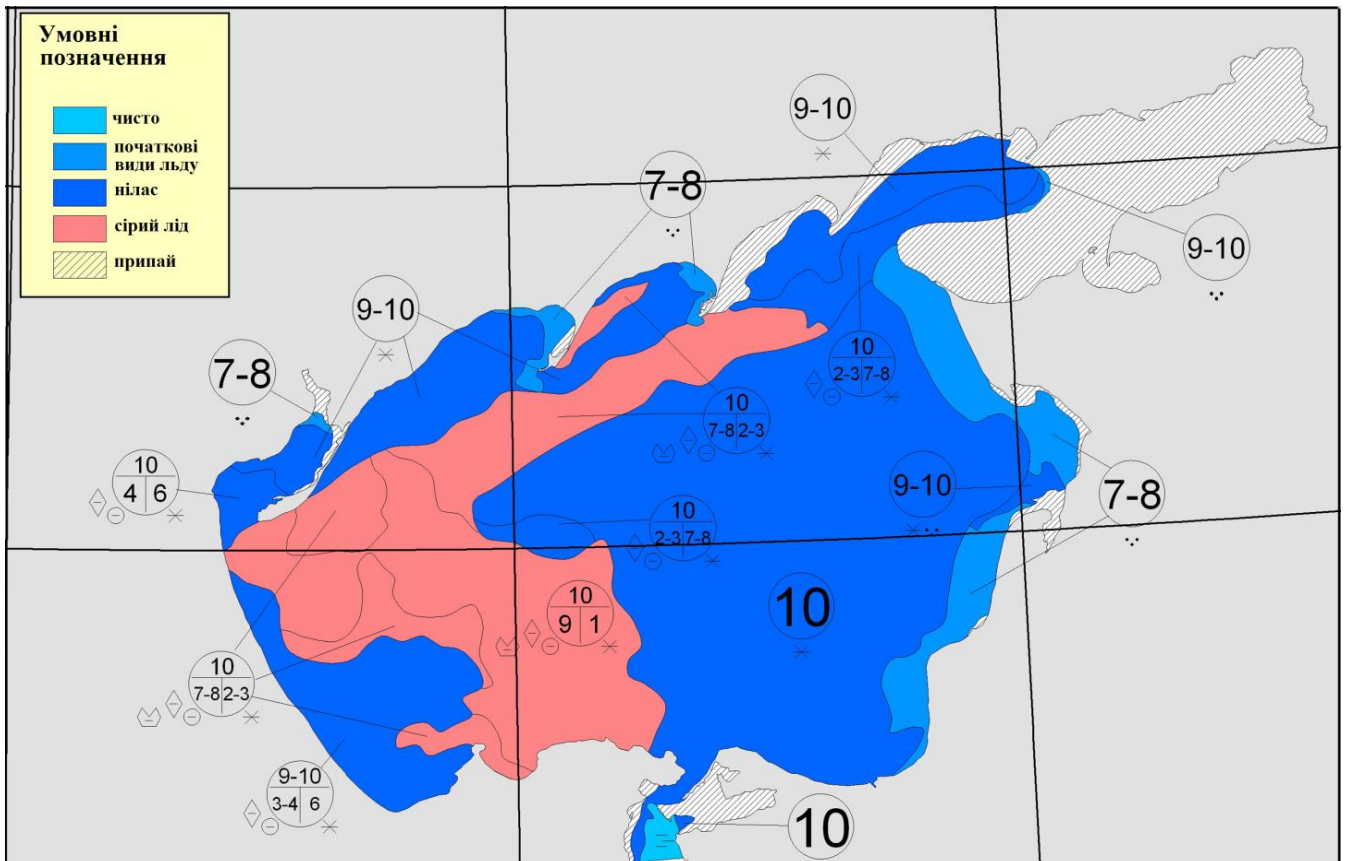
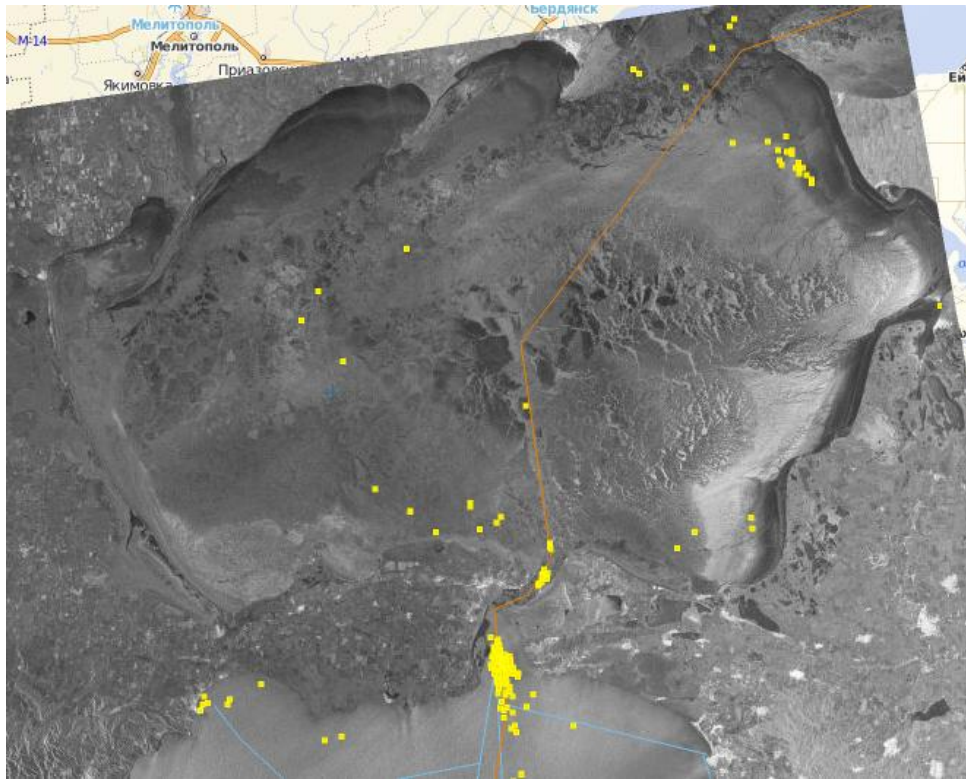


Рис. 2.25. Супутниковий знімок (вгорі) і карта льодової обстановки (внизу) Азовського моря (2.02.2011 р)

Сільське господарство – це антропогенна діяльність людини, перетворююча навколишнє природне середовище не менше, ніж промисловість і зростаюча міська інфраструктура. Сільськогосподарська діяльність вимагає великої кількості земель, що тягне за собою вирубку лісів і активне перетворення природних екосистем. Сільськогосподарська галузь, також є серйозним джерелом забруднення. Нітрати, нітроти, фосфати, пестициди, різні добрива і важкі метали з поверхневим стоком надходять у прилеглі річки та озера. Враховуючи великі площі сільськогосподарських угідь, обсяги надходження цих забруднюючих речовин у водойми перевищують промислові викиди.

Дані ДЗЗ відображають не тільки форми сільськогосподарської діяльності, а й такі несприятливі наслідки зміни природного середовища, як еродованість ґрунтів, розвиток ерозійного рельєфу, вітрової ерозії, дигресії рослинного покриву тощо. Аналізуючи супутникові знімки стає можливою побудова 3D ландшафтних карт територій, що вивчаються (рис. 2.29).

Аерокосмічні знімки є ефективним засобом контролю за негативним антропогенним впливом і заходами з відновлення природного комплексу.

2.6.2. Вивчення забруднення повітря і води. Дані ДЗЗ виявляють ареали потужних димових забруднень атмосфери над великими містами і промисловими районами. Встановлено регіональні переміщення димових хмар на сотні і навіть тисячі кілометрів від джерел диму. Хорошим індикатором поширення забруднення слуге сніговий покрив. Він являє собою природний накопичувач забруднюючих речовин, що випадають з атмосфери (див. розділ 2.5.2.).

Теплові інфрачервоні знімки фіксують температурні аномалії в акваторіях, що примикають до міських агломерацій, пов'язані з тепловою дією стічних вод (рис. 2.30). Підвищення температури води може бути спричинено біохімічними реакціями (при скиданні каналізаційних вод), скиданням вод енергосистем тощо. Викиди у водойми стоків промислових підприємств, що містять сторонні мінеральні суспензії, чітко фіксуються за зміною оптичних характеристик води що, як наслідок, проявляється в появі аномальних кольорних зон.

2.6.3. Дослідження опустелювання і зневоднення. Аерокосмічні знімки представляють ефективний засіб простежування за процесами опустелювання. Так в рамках міжнародного проекту ЮНЕСКО створюються карти сучасного стану опустелювання з визначенням кордонів пустель на найближчі 20 років. Особлива плямиста структура пустель чітко простежується не тільки на детальних знімках, а й навіть на знімках середнього дозволу (рис. 2.31).

Однією з основних сучасних проблем на Землі є забезпечення людства питною водою. У цьому зв'язку багаторічний моніторинг водних об'єктів дає цінний матеріал для аналізу водних ресурсів більшості регіонів на планеті, складання прогнозу зневоднення територій, що, як наслідок, забезпечує розробку системи заходів по запобіганню цих небезпечних явищ (рис. 2.32).



Рис. 2.26. Супутниковий знімок річки Міссісіпі в штаті Огайо до (знизу) і після (вгорі) повені.



Рис. 2.27. Тривимірна модель зон можливого затоплення міста, побудована за результатами аналізу супутникового знімка

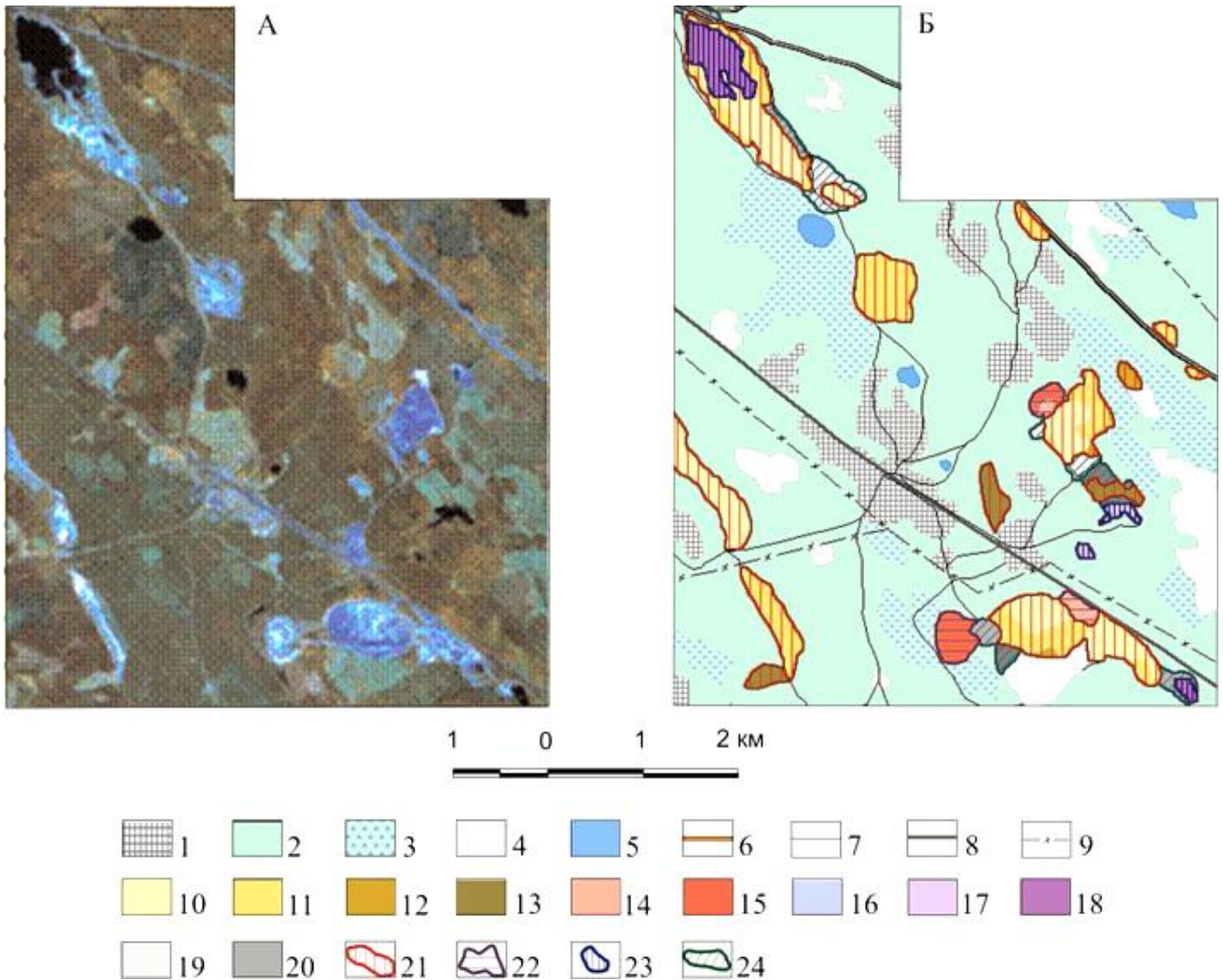


Рис. 2.28. Картування динаміки об'єктів надкористування за даними дистанційного зондування Землі

Зліва – фрагмент космічного знімка (супутник "Landsat" ETM 2000 р.);

Б – карта-схема динаміки об'єктів надкористування за 1974-2000 р.р.

1 – житлова і промислова забудови;

2 – ліси;

3 – болота;

4 – безлісі території (луки, вирубки);

5 – озера;

6 – автомагістраль;

7 – інші автодороги;

8 – залізна дорога;

9 – лінії електропередач;

10-13 – кар'єри, що виникли в період: (10) до 1974 р., (11) 1974-1990 р.р., (12) 1990-2000 р.р., (13) після 2000 р.;

14-15 – відвали, що виникли в період: (14) до 1974 р., (15) 1974-1990 р.р.;

16-18 – водойми на місці вироблених кар'єрів, які виникли в період: (16) до 1974 г., (17) 1974-1990 р.р., (18) 1990-2000 р.р.;

19-20 – прикар'єрні території зі значно порушеним ґрунтово-рослинним покривом, що виникли в період: (19) до 1974 р., (20) 1974 -1990 р.р.;

21-24 – сучасні: (21) кар'єри, (22) відвали, (23) водойми на місці кар'єрів, (24) прикар'єрні території.

2.7. Моніторинг надзвичайних ситуацій

Слід зазначити, що багато з перерахованих вище напрямків використання даних ДЗЗ можна віднести також і до завдань виявлення та контролю надзвичайних ситуацій (лісові пожежі, повені, снігові лавини, екологічні катастрофи тощо) Тому їх аналіз у даному розділі, щоб уникнути повторення, відсутній. Оперативність, періодичність моніторингу і захоплення в смузі огляду великих територій аерокосмічних спостережень визначають доцільність організації моніторингу надзвичайних ситуацій засобами ДЗЗ. Серед усього розмаїття видів надзвичайних ситуацій можна виділити дві групи: природні катастрофічні явища (землетруси, виверження вулканів, урагани, повені, селі тощо) і техногенні надзвичайні ситуації розливи нафтопродуктів, аварії на небезпечних об'єктах (військових, атомних, хімічних виробництвах тощо).

Слід мати на увазі, що моніторинг надзвичайних ситуацій повинен включати не тільки оцінку масштабів та ступеня збитку від природних і техногенних катастроф, а й їх прогнозування.

2.7.1. Вивчення природних катастроф. Масштабні природні катастрофи призводять до масової загибелі людей, викликають руйнування транспортної та телекомунікаційної інфраструктур, паралізують діяльність органів управління та силових структур, що в більшості випадків не дозволяє на місцях адекватно оцінити обстановку і прийняти своєчасні та обґрунтовані рішення. Оперативна інформація, яка надається ДЗЗ є основою для планування рятувальних та гуманітарних операцій.

Технології супутникової зйомки широко застосовувалися для інформаційного забезпечення при ліквідації наслідків практично всіх великих стихійних лих поточного десятиліття. Наприклад, аналіз знімків, отриманих після катастрофічного землетрусу на Гаїті в січні 2010 року (рис. 2.33) дозволив визначити зони руйнувань будівель і споруд з метою організації цілеспрямованих рятувальних робіт, оцінити стан об'єктів енергетики та транспортної інфраструктури, виявити завали і перешкоди на дорогах, виявити характер забруднення навколишнього середовища і хід небезпечних геоморфологічних процесів. Як наслідок – висока ефективність рятувальних операцій сприяла різкому зниженню негативних наслідків даної надзвичайної події.

Аналіз аерокосмічних знімків є найважливішим фактографічним матеріалом, що дозволяє розкрити загадки виникнення багатьох природних катастроф. Так, періодичні космічні знімки цунамі, що прокотився по узбережжю країн Азії та Океанії в грудні 2004 року (рис. 2.34) дозволили встановити характер розвитку цього грізного стихійного лиха і як наслідок – зрозуміти механізм його генерації, що було покладено в основу стратегії своєчасного оповіщення берегових служб.

2.7.2. Моніторинг техногенних катастроф. Дані ООН показують, що техногенні катастрофи – треті серед всіх видів стихійних лих за числом загиблих після гідрометеорологічних (повені і цунамі) і геологічних (землетруси, сходи селевих потоків, виверження вулканів тощо). Відомі випадки, коли антропогенні катастрофи ставали причиною загибелі цілих цивілізацій. Історія норвезької колонізації Гренландії – один з найбільш трагічних прикладів цього роду.

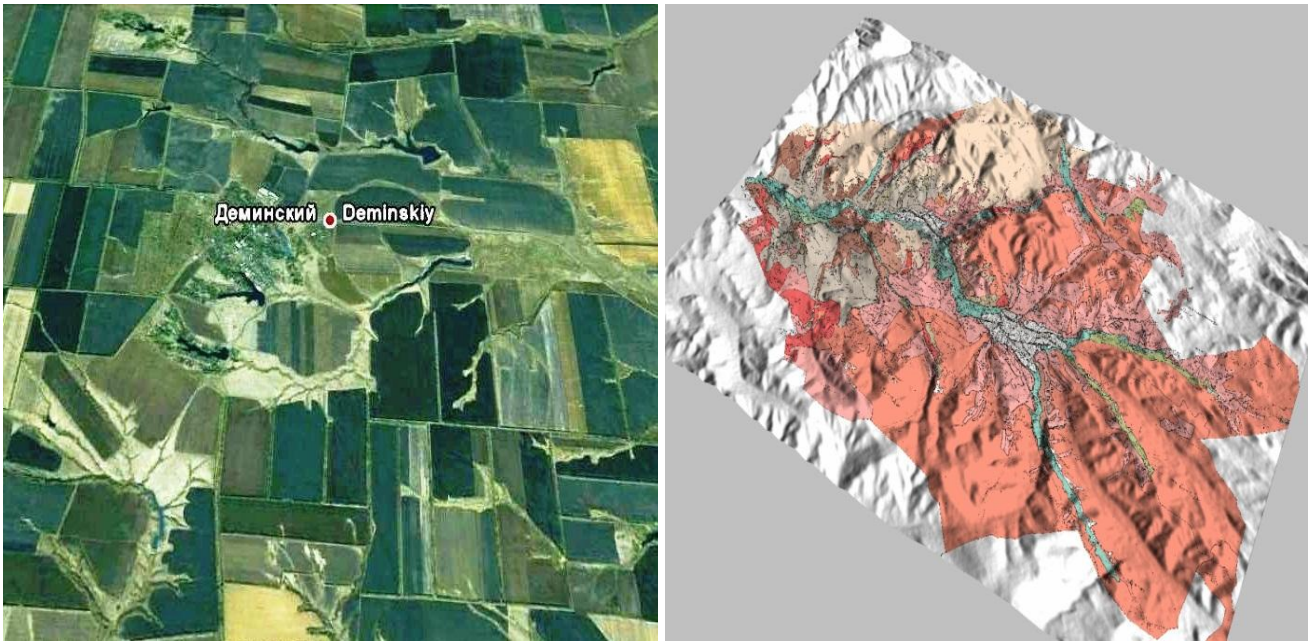


Рис. 2.29. Супутниковий знімок (зліва) ландшафту полів Новоаннінського району (Волгоградська обл., Росія) і 3D ландшафтна карта, побудована за результатами аналізу космічного знімка

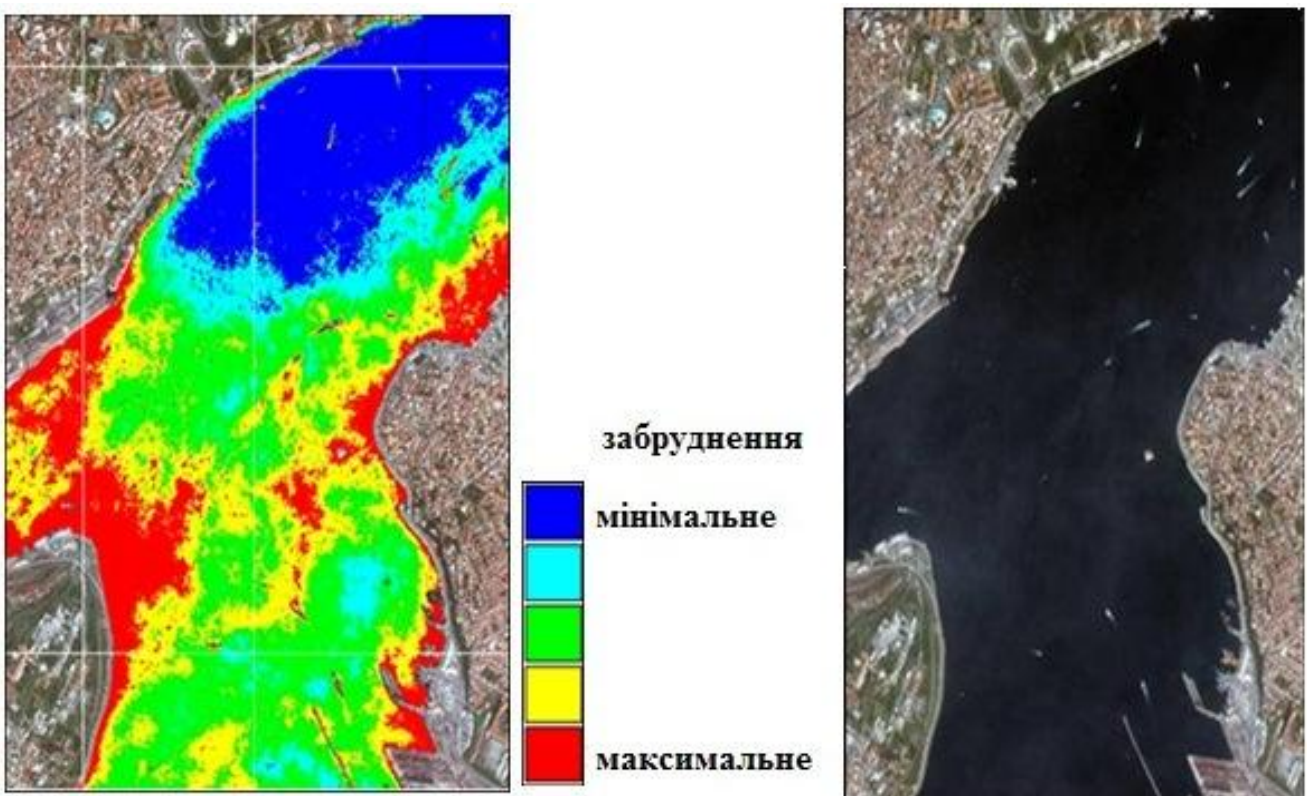


Рис. 2.30. Супутникові теплові інфрачервоні знімки дозволяють виявити джерела і склад забруднюючих речовин водних об'єктів, визначити ступінь забруднення різних ділянок об'єкту і динаміку забруднення в часі

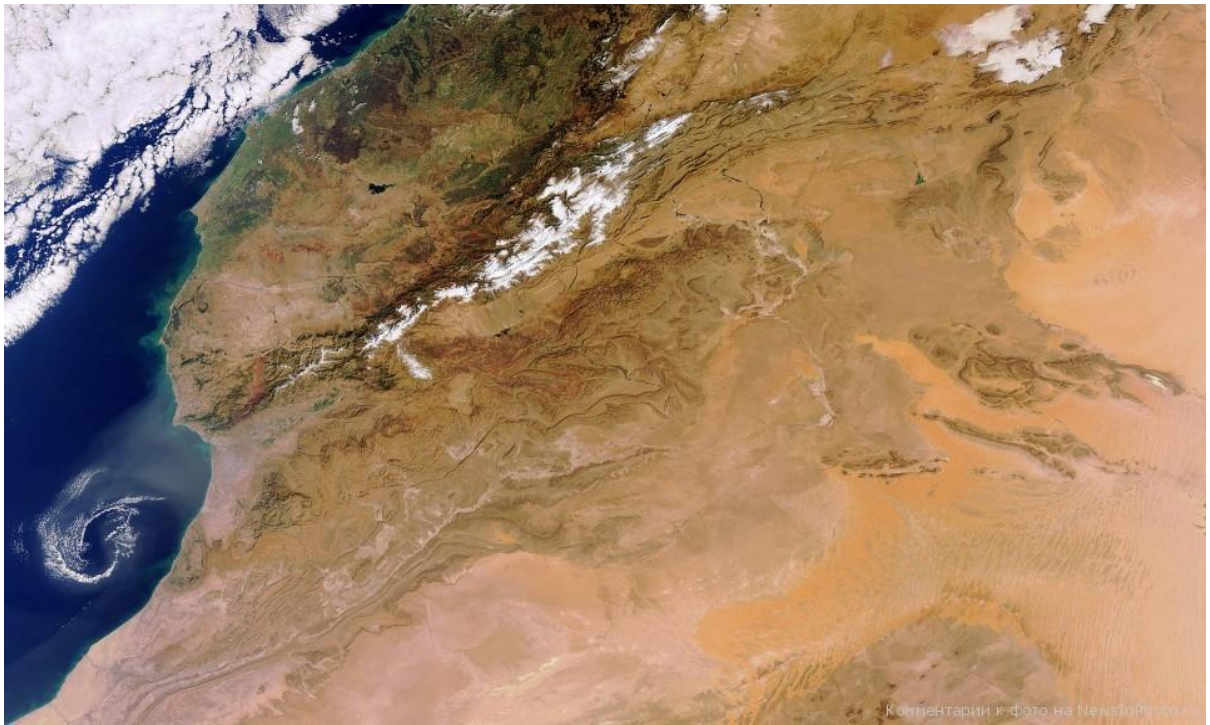


Рис. 2.31. Супутниковий знімок Центрального Марокко. Засніжений хребет Високий Атлас закриває Марокко від впливу кліматичних умов Сахари. Ця пустеля постійно розширюється на південь, спустошуючи величезні території

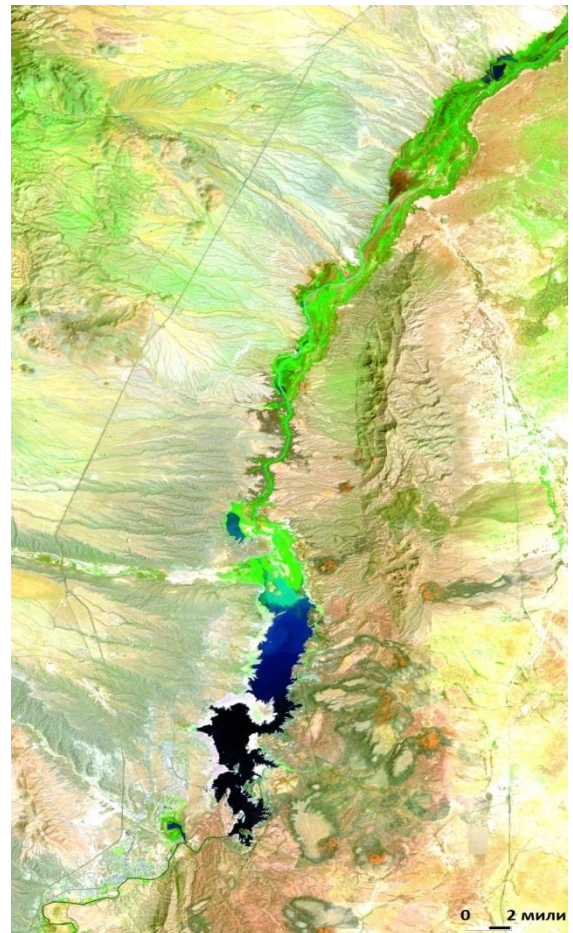
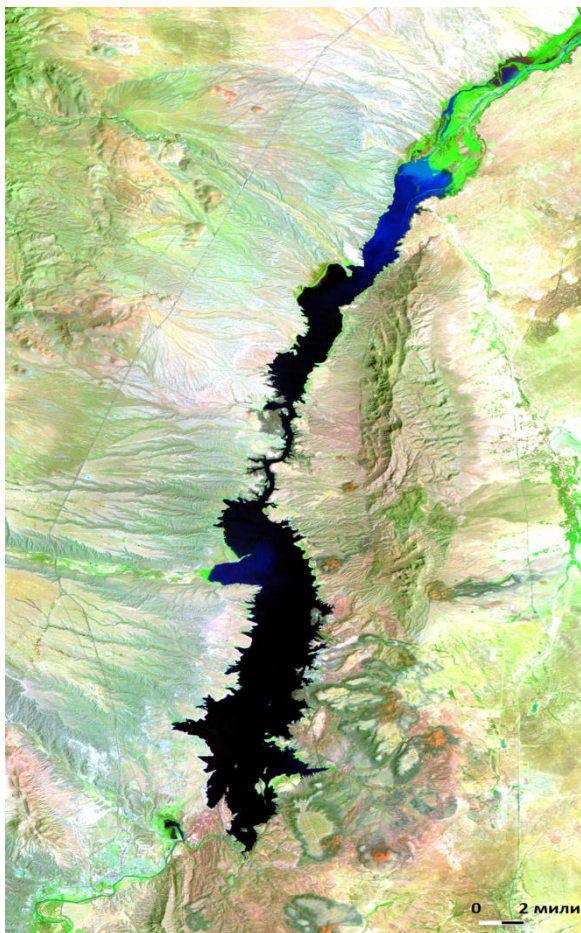


Рис. 2.32. Космічні знімки водосховища Елефант Б'ют на річці Ріо-Гранді (Нью-Мексіко, США) зроблені 20.08.1991 (зліва) і 27.08.2011 (справа). Виразно видно, що багатолітні засухи призвели до зниження рівня води, а як наслідок – зменшенню площі водосховища на 40% за 20 років спостережень

Техногенні катастрофи зазвичай поділяють на три основних типи: *індустріальні* (хімічне зараження, вибухи, радіаційне зараження, руйнування викликані іншими причинами), *транспортні* (аварії в повітрі, на морі, залізницях тощо) і *змішані* (відбуваються на інших об'єктах). Як показали останні дослідження, дані ДЗЗ визначають сучасний рівень інформаційного забезпечення системи безпеки в разі виникнення різного роду техногенних катастроф.

Так супутники НАСА "Terra" і "Aqua" надали неоціненну допомогу в моніторингу ситуації зі збору нафти й ліквідації нафтової плями, що утворилася в Мексиканській затоці після вибуху на нафтовій платформі "Deepwater Horizon", розташованій в 50 милях на південний схід від дельти Міссісіпі (квітень 2010 року). Високоякісні знімки затоки (див. рис. 2.19), забезпечили безупинний моніторинг ситуації, що дозволило своєчасно оцінити ступінь загрози і визначити напрями діяльності, щодо усунення наслідків катастрофи.

Детальне вивчення знімків території Угорщини, яка зазнала катастрофи небачених масштабів в результаті вибуху на глиноземному комбінаті *Ajkaí Timfoldgyar Zrt*, що знищив дамбу резервуару з ядовитими відходами (рис. 2.35), забезпечило високу ефективність робіт по мінімізації токсичності пошкодженої території і знизило прогнозований рівень екологічної катастрофи.

Особливе значення дані ДЗЗ набувають при техногенних катастрофах у регіонах недоступних або малодоступних для світової громадськості внаслідок їх закритості (наприклад Північна Корея, Китай, Іран, Туркменія та ін.) або крайньої небезпеки знаходження в зоні аварії. Так, російські дослідники розмістили космічні знімки складів озброєння поблизу міста Абадан (Туркменістан), де 7 липня 2011 стався вибух, на яких чітко видно місце вибуху і його наслідки (рис. 2.36) У той же час, офіційна влада Туркменістану спростовує цю інформацію.

Швидко і безпечно оцінити наслідки аварії на АЕС "Фокусіма-1" після руйнівного землетрусу в Японії дозволили аерофотознімки, отримані за допомогою маленького безпілотного керованого літака в перші години після катастрофи (рис. 2.37). Проведена зйомка дала можливість швидко, і, що вкрай важливо, безпечно, оцінити масштаби руйнувань, виділити зони безпечні для перебування персоналу. Це сприяло ліквідації глобальної радіаційної аварії.

Запитання для самоконтролю

- 1. Назвіть основні напрями використання даних ДЗЗ в картографії та геології. Дайте їх коротку характеристику.*
- 2. Назвіть основні напрями використання даних ДЗЗ в сільському господарстві. Дайте їх коротку характеристику.*
- 3. Назвіть основні напрями використання даних ДЗЗ в лісовому господарстві. Дайте їх коротку характеристику.*
- 4. Назвіть основні напрями використання даних ДЗЗ в вивченні гідрологічних об'єктів. Дайте їх коротку характеристику.*
- 5. Назвіть основні напрями використання даних ДЗЗ в екології. Дайте їх коротку характеристику.*
- 6. Назвіть основні напрями використання даних ДЗЗ при моніторингу надзвичайних ситуацій. Дайте їх коротку характеристику.*



Рис. 2.33. Аерофотознімок р. Леоган (Гаїті) після землетрусу в січні 2010 року



Рис. 2.34. Космічний знімок побережжя Шрі-Ланки 26 грудня 2004: зверху – за 5 хвилин до руйнівного цунамі; знизу – після удару головної хвилі



Рис. 2.35. На знімку, зробленому супутником НАСА 9.10.2010 року, видно червоний шлам, що випливає в результаті аварії з водойми з відходами на заводі глинозему, розташованому в місті Айка (Угорщина), результатом чого стало затоплення декількох довколишніх міст отруйними відходами

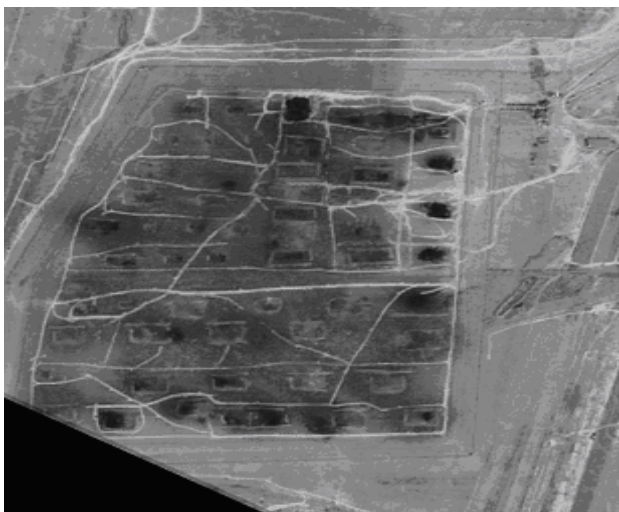


Рис.2.36. Супутникові знімки складу боєприпасів поблизу м. Абадан (Туркменія): справа – до вибуху, зліва – після вибуху (12.07.11)



Рис. 2.37. Аерофотознімок руйнувань в результаті землетрусу на АЕС Фокусіма 1

Глава 3

ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В ПРАКТИКУ СУЧАСНОЇ ШКОЛИ

3.1. Аналіз використання даних ДЗЗ в школах світу

Уже більше 100 років проводиться фотографування поверхні Землі з різних носіїв знімальної апаратури. Особливо інтенсивно дистанційне зондування Землі здійснюється в останні 40 років у зв'язку з активним освоєнням космосу. За цей період накопичено і продовжує поповнюватися величезний фонд аерокосмічних знімків всій поверхні Землі різного ступеня детальності і масштабу.

Зібрані аерокосмічні знімки являють собою унікальний матеріал, за допомогою якого задокументовані основні природні й антропогенні процеси, що відбувались на поверхні Землі за останні десятки років. Не використовувати ці дані в освітніх цілях, ми не маємо права.

Застосування аерокосмічних знімків у шкільному курсі географії почалося на початку 50-х років минулого століття. Тоді в радянських шкільних атласах і підручниках з географії вперше з'явилися результати аерофотозйомки. У цей же час фахівці починають вживати термін "ДЗЗ", хоча в шкільній географії він з'явився значно пізніше.

У 70-ті роки в науково-дослідному інституті шкіл Міністерства освіти РСФСР був проведений експеримент з використанням космічної фотоінформації в якості засобів навчальної наочності для фізичної географії "*Использование космической фотоинформации в обучении физической географии*". Експеримент показав, що з одного боку, використання даних ДЗЗ сприяло підвищенню інтересу учнів до змісту шкільних курсів географії, а з іншого, більшість учителів відчули значні труднощі при використанні аерокосмічних знімків, що не дозволило повною мірою розкрити їх освітній потенціал.

Тільки через десять років після початку експерименту в шкільних атласах з'явилася інформація про космічну зйомку і космічні знімки окремих територій, а в 1982 році спеціально для шкіл був розроблений атлас "*СССР из космоса*", який застосовувався в радянських школах головним чином для ілюстративних цілей. Однак, широкого використання на уроках географії результати ДЗЗ не отримали, що пояснюється відсутністю методики використання зображень Землі з космосу в навчальному процесі, а також закритістю більшості матеріалів ДЗЗ для відкритого використання.

За кордоном з середини 80-х років минулого століття стали активно проводитися теоретичні та практичні дослідження, засновані на сучасних технологіях, з використанням даних ДЗЗ в якості освітніх ресурсів.

На початку третього тисячоліття стали відбуватися якісні зміни в використанні ДЗЗ у освітніх цілях. Відкритість і доступність інформації, активна комп'ютеризація навчального процесу та широке використання інтернет-технологій сприяли формуванню нового педагогічного напрямку – *космічної географії*. Космічна

географія робить особливий акцент на формуванні у школярів найбільш повного і близького до реальної дійсності зорового образу різноманітних географічних об'єктів за допомогою вивчення їх портретних космічних моделей. У процесі дешифрування зазначених моделей закріплюється розуміння міжкомпонентних природних зв'язків, господарства і населення з природним середовищем [25].

Цілком зрозуміло, що використання аерокосмічних знімків в освіті у різних країнах протікає по-різному. Показовими в цьому відношенні є дані міжнародного інтернет-онлайн опитування, проведеного в 2009 році серед учнів середніх шкіл віком від 12 до 18 років із країн-учасниць PISA (*Programme for International Student Assessment* – Міжнародна програма студентської оцінки) [46]. Результати опитування такі: у Німеччині, Польщі та Англії більше 50% учнів працювали з супутниковими зображеннями в школі, а в Англії їх кількість навіть перевищує 80%. У той же час, в Туреччині, Південній Кореї і США вже менше 50% учнів працювали з супутниковими зображеннями.

Опитування також показало, що супутникові знімки мають великий потенціал для використання в школі. У країнах де було проведено опитування більше 70% учнів відповіли, що їм цікаво працювати з супутниковими знімками. Для порівняння, мотивація – найважливіший фактор, що визначає ефективність процесу навчання – майже у всіх країнах значно нижче інтересу. Крім того було встановлено, що географічна концепція дидактики дистанційного зондування практично відсутня. Отже, існують різні точки зору вчителів і учнів про характерні особливості супутникових зображень, що використовуються на уроках.

Основним механізмом впровадження супутникових знімків у шкільну практику є різні освітні програми, ініційовані великими космічними компаніями і організаціями (НАСА, ОНК, Рокетдайн та ін.) Суть їх полягає в заохоченні педагогів окремих навчальних закладів інтегрувати застосування даних ДЗЗ у навчальну програму шкіл. Для цього навчальні заклади забезпечуються необхідними програмами, комп'ютерною технікою, приймачами супутникових сигналів.

Ще однією відмінною особливістю уроків географії в країнах Європи та Америки із застосуванням даних ДЗЗ є широке впровадження ігрових технологій, особливо на ранніх етапах вивчення предмета. Обумовлено це тим, що ще на першому етапі навчання географії активно стимулюється пізнавальна самостійність учнів, розвиваються здібності приймати рішення і формулювати практичні вміння, при цьому враховується і емоційна складова. Ігри із застосуванням супутникових знімків, на думку західних освітян, допомагають дітям відчувати реальні ситуації, бачити проблеми і вчитися вирішувати їх. Ігри тривають від 5 до 10 хвилин на початку і наприкінці уроку. Розроблена і типологія ігор, а саме: рольові, предметні та комп'ютерні ігри.

Особливо активно процес залучення даних ДЗЗ з систему шкільної освіти протікає в Росії – основній правонаступниці результатів космічних досягнень СРСР. Так, наприклад, в рамках проекту "*Єдина колекція цифрових освітніх ресурсів*" групою провідних фахівців і висококваліфікованих методистів розроблена колекція дидактичних матеріалів на основі супутникових даних дистанційного зондування Землі з космосу. Вона включає в себе різноманітні цифрові освітні ресурси, методичні матеріали, тематичні колекції, програмні засоби [22].

Співробітниками ІТЦ "СканЕкс" розроблена і впроваджена у виробництво

малогабаритна станція "Аліса-СК". За допомогою такої станції зображення, що передаються з супутників серії NOAA, можуть прийматися безпосередньо на комп'ютер, встановлений в школі, у режимі реального часу до шести разів на добу і безкоштовно. Результатом цього є системне інтегрування ресурсів навчальних закладів (як по горизонталі, так і по вертикалі) з використанням інформаційно-розвиваючих технологій прийому та обробки зображень Землі в освітньому процесі.

Групою вчених і педагогів під керівництвом проф. М. Шахраманьяна розроблений мультимедійний навчально-методичний комплекс застосування подібних станцій прийому супутникових сигналів у режимі реального часу на уроках географії [40]. У посібнику представлені методичні розробки (7 тем, 29 уроків) застосування сучасних космічних технологій в 6-8 класах базового курсу географії основної школи.

Особливий внесок у підвищення інтересу школярів до аерокосмічних методів дослідження Землі внесли інтерактивні веб-ресурси (**Google Earth, NASA World Wind, EINGANA. 3D-атлас Землі** та ін.). Дані геосервіси, створені на основі супутникових знімків середнього та високого просторового дозволу, отримали широке застосування в якості наочного посібника на уроках географії, замінюючи традиційні карти.

Велика роль у розвитку методики та дидактичних концепцій з використання аерокосмічних зображень, як освітнього ресурсу середньої школи, вчених і дослідників різних країн: Э.Байкова, О.Барладі, А.Берлянт, Е.Вороніна, І.Гайсін, В.Гершензон, Л.Даценко, В.Кравцова, А.Крилов, А. Купрін, В.Лебедев, М. Назиров, В.Ніколаєв, В. Остроух, Е.Пижанкова, Б.Познянский, Н.Сватков, Н.Семакін, М.Сергеева, І.Тимохіна, О.Топузов, Є.Ципіна, І.Чараєва, М.Шахраманьян, Т.Balz, К.Cho, R.Ditter, M.Haspel, M.Jahn, S.Naumann, H.Shimoda, A.Siegmund, T.Tada та ін.

Аналізуючи стан використання даних дистанційного зондування Землі в навчальному процесі сучасної української школи, слід зазначити, що не дивлячись на те, що Україна належить до еліти космічних держав, космічні технології не знаходять гідного відображення в шкільних програмах. Сьогодні в системі шкільної освіти України дані ДЗЗ розглядаються, головним чином, як ілюстративні засоби при викладі окремих тем курсів шкільної географії. Розвитку цього напрямку сприяє перш за все велика робота, проведена співробітниками Інституту передових технологій під керівництвом О.В.Барладіна, яка знайшла своє вираження в серії космоатласів різних регіонів України [3].

Космоатласи є унікальними програмними продуктами, з яких користувач отримує інформацію про місцевість безпосередньо із сучасних космокарт, що являють собою дані дистанційного зондування Землі високого просторового розрізнення з координатною прив'язкою та додатковим оформленням. Надзвичайно важливим є розроблена технологія обробки та підготовки космічних знімків зі створенням мозаїки знімків. Окрім космічних знімків, космоатласи містять векторні тематичні шари та растрові картографічні матеріали, що забезпечують одночасне відображення космічних знімків, топографічної основи і векторних шарів.

Не знижуючи значення використання функцій наочності аерокосмічних знімків, слід зазначити, що сьогодні вже настав час переходу до їх використання в якості високоефективного інтерактивного інструменту формування глибоких географічних

знань у школярів. Причому робота ця повинна проводитися не в рамках окремо узятій школи, а як невід'ємна частина державної політики розвитку шкільної освіти.

Запитання для самоконтролю

- 1. Назвіть перші приклади застосування аерознімків в шкільному курсі географії.*
- 2. Назвіть перші приклади застосування супутникових знімків в шкільному курсі географії.*
- 3. Охарактеризуйте використання аерокосмічних знімків в шкільній освіті за кордоном.*
- 4. Охарактеризуйте використання аерокосмічних знімків в школах Росії.*
- 5. Охарактеризуйте використання аерокосмічних знімків в школах України.*

3.2. Педагогічні можливості даних ДЗЗ

Аерокосмічні знімки володіють всіма необхідними ознаками, якими, згідно з даними Голова В.П. [8], володіють засоби навчання географії, а саме: наявність у них навчальної інформації, що дозволяє використовувати їх в якості джерела знань, а також присутність таких властивостей, які дають можливість їх застосування в операційній діяльності учнів при виконанні різних практичних робіт. Відповідно до класифікації засобів навчання, розроблених фахівцями Науково-дослідного інституту шкільного устаткування і технічних засобів навчання Росії, дані ДЗЗ відносяться до групи засобів навчання "Зображення географічних об'єктів і явищ", що пояснюється їх дидактичними функціями [18]:

- забезпечення розширення і поглиблення знань учнів при досліджуванні географічних об'єктів та явищ;
- забезпечення формування емоційно-ціннісного ставлення до навколишньої дійсності;
- забезпечення формування наочно-дієвого бачення світу;
- забезпечення формування інтелектуальних і практичних умінь і навичок.

Інформація, що отримується при дешифруванні аерокосмічних знімків, визначає специфіку їх використання в навчальному процесі і відкриває нові можливості даних ДЗЗ в якості освітніх ресурсів (табл. 3.1). Так, наприклад, можливість побачити, як виглядають географічні об'єкти в реальному вигляді з висоти в діапазоні від 100 метрів до десятків тисяч кілометрів, істотно підвищує наочність навчання, зробивши його більш образним, яскравим, запам'ятовуючим.

Комплексний характер інформації, зчитується з аерокосмічних знімків (рельєф, тваринний і рослинний світ, метеорологічні фактори, соціально-економічні аспекти), забезпечує комплексний підхід до аналізу інформації, вимагаючи залучення знань із суміжних дисциплін: біології, геології, медицини, екології та ін. В результаті – учні освоюють такі методи, як аналіз і синтез, вчать вибудовувати логічні умовиводи, робити висновки, що істотно активізують творчу активність учнів, підвищують мотивацію до отримання нових знань.

Одним з достоїнств даних ДЗЗ є можливість моніторингу територій протягом тривалого часу, забезпечувати навчальний процес джерелами знань і засобами,

необхідними для виконання практичних робіт. На підставі цих даних учні отримують можливість вивчати об'єкти та явища в просторі і в часі, моделюючи і прогнозуючи ситуації. Це розвиває здібності пізнавальної діяльності учнів, залучає їх до науково-дослідної роботи.

Таблиця 3.1.

Закономірності формування умінь в учнів та педагогічний результат, обумовлені властивостями даних ДЗЗ

Властивості даних ДЗЗ	Формування умінь	Педагогічний результат
Реальне відображення досліджуваних об'єктів	Формування образу досліджуваного об'єкта (явища) на основі дешифрування аерокосмічних знімків	Робить навчання більш образним, яскравим, запам'ятовуючим
Комплексний характер інформації, що зчитується з аерокосмічних знімків	Освоєння методів аналізу і синтезу, уміння вибудовувати логічні умовиводи і робити висновки	Активізує творчу активність учнів, підвищує мотивацію до отримання нових знань
Моніторинг території в часі та просторі	Аналіз просторово-часової інформації, моделювання та прогнозування ситуацій	Розвиває здібності пізнавальної діяльності учнів, залучає їх до науково-дослідної роботи
Велике практичне значення інформації, що отримується при дешифруванні аерокосмічних знімків	Оцінка стану досліджуваних територій (облік динаміки зміни природних і антропогенних факторів)	Підсилює вплив, який виховує навчання, формує практичні вміння та активну життєву позицію

Дані ДЗЗ є джерелом унікальної інформації, що має велике практичне значення. За своєю суттю, аерокосмічний знімок являє собою просторову модель, яка замінює реальні об'єкти і явища. При цьому знімок виступає в подвійній ролі: в якості засобу дослідження, з одного боку, і як об'єкт дослідження, з іншого. Детальне вивчення знімків допомагає сформуванню об'єктивного цілісного образу досліджуваних територій з їх просторово-часовими характеристиками, що необхідно для комплексної оцінки їх стану. Пізнання дійсності за допомогою аналізу аерокосмічних знімків у процесі навчання географії протікає в декілька етапів (рис. 3.1).

Перший етап – *розуміння аерокосмічних знімків*, передбачає формування у школярів знань про основні властивості знімків, головні особливості відображення на них різних географічних об'єктів, процесів і явищ. Фактично на цьому етапі в учнів закладаються основи практичного використання даних ДЗЗ.

Другий етап – *дешифрування знімків*, полягає в умінні розрізняти і розпізнавати географічні об'єкти (явища), а також виявляти їх якісні та кількісні показники. Це основний напрямок у пізнанні реальної дійсності за допомогою вивчення аерокосмічних знімків, оскільки саме на цьому етапі учні отримують інформацію про основні характеристики реальності.

Третій етап – *читання аерокосмічних знімків* передбачає оволодіння способами складання описів географічних об'єктів і явищ на основі результатів дешифрування зображень Землі з космосу. На цьому етапі школярі вчаться на основі дешифрування знімків створювати уявлення про розміщення, стан, взаємозв'язки та динаміку реальних об'єктів і явищ. Створення образу, аналіз і тлумачення його за допомогою індуктивних і дедуктивних умовиводів призводить до розширення і

збагачення знань про досліджувану дійсність. Це, в свою чергу, формує практичні вміння та активну життєву позицію. При цьому вчитель повинен вміти пояснити школярам, що створений ними образ, може суттєво відрізнятись від реальної дійсності, оскільки знімок передає лише частину реальності.

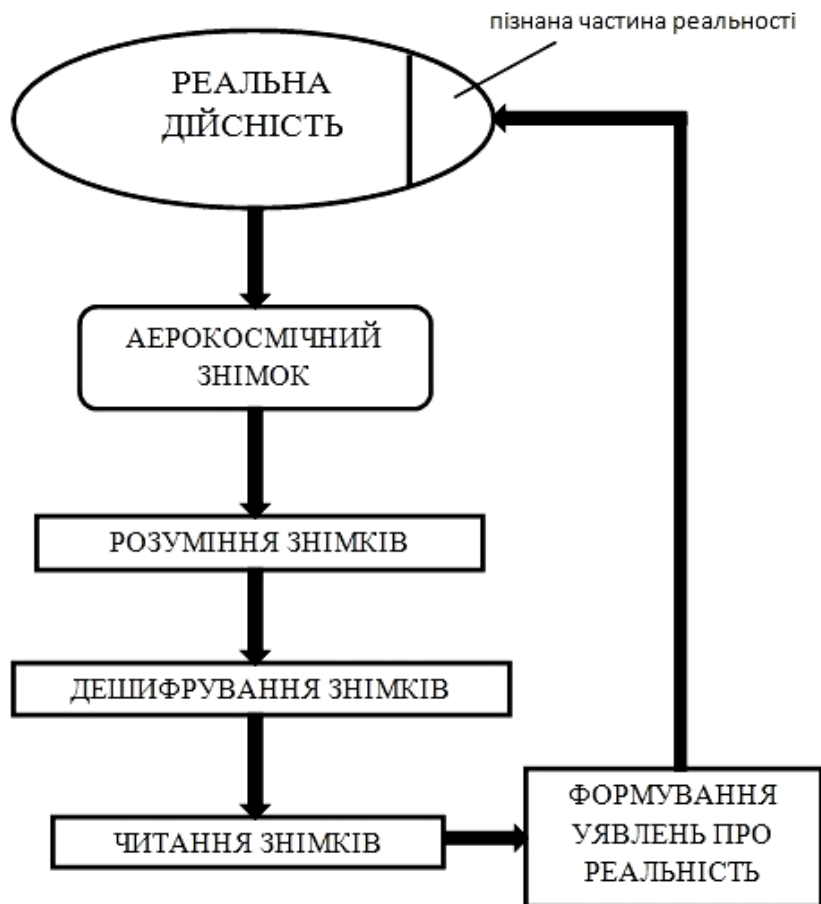


Рис.3.1. Схема пізнання дійсності за допомогою вивчення аерокосмічних знімків у процесі навчання географії

Однією з основних цілей географічної освіти є «навчитися працювати з джерелами географічної інформації». Дана мета за допомогою даних ДЗЗ конкретизується в завданнях, які можна розділити на теоретико-світоглядні та прикладні [18].

Теоретико-світоглядні завдання включають в себе:

- формування у школярів уявлень про географічні об'єкти і явища з допомогою зображень Землі з космосу;

- засвоєння школярами за допомогою зображень Землі з космосу різноманіття сучасного географічного простору на різних його рівнях (від своєї місцевості до Землі в цілому);

- пізнання учнями за допомогою зображень Землі з космосу характеру і динаміки процесів, що відбуваються як в географічній оболонці загалом, так і в окремих її частинах зокрема;

- формування в учнів за допомогою зображень Землі з космосу розуміння особливостей взаємодії природи і суспільства, закономірностей територіальної організації господарства, значення охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування в масштабах своєї країни і світу.

До *прикладних завдань* використання даних ДЗЗ в шкільній географії належать:

- формування вмінь учнів працювати з джерелами географічної інформації, одержуваної при дистанційному зондуванні поверхні Землі;
- ознайомлення не тільки з традиційними, але й з сучасними методами географічної науки, адаптованими для школи;
- знайомство школярів з напрямками використання даних дистанційного зондування Землі у виробничій та повсякденній побутовій діяльності.

При роботі з зображеннями Землі з космосу можна використовувати різні методи навчання: пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, проблемного викладу, частково-пошуковий і дослідницький. Вибір методу навчання залежить від змісту освітніх і виховних завдань окремого курсу шкільної географії, його розділів і тем, від особливостей пізнавальної діяльності школярів.

При використанні даних ДЗЗ в рамках сформованої системи шкільної географічної освіти педагогу слід вирішити цілий ряд проблем (табл.3.2). Для їх вирішення учитель повинен проявити весь свій творчий та професійний потенціал.

Таблиця 3.2.

Проблеми використання даних ДЗЗ в рамках сформованої системи шкільної географічної освіти і можливі варіанти їх вирішення

Проблеми	Варіанти вирішення
Обмежена кількість урочних годин	«Наскрізне» і дозоване застосування даних ДЗЗ в курсах шкільної географії в традиційній класно-урочній формі організації навчального процесу. Використання резерву часу і позаурочних форм організації навчання.
Відсутність необхідних навчально-методичних розробок	Залучення досвіду інших педагогів і матеріалів, опублікованих у навчально-методичній літературі, мережі Інтернет. Самопідготовка педагога.
Відсутність освітніх даних ДЗЗ	Використання різних джерел освітніх ресурсів ДЗЗ (див. розділ 3.7 навчального посібника)
Недостатня підготовка вчителів до використання даних ДЗЗ в навчальному процесі	Широке застосування даних ДЗЗ в підготовці майбутніх вчителів географії та на курсах підвищення кваліфікації вчителів, тематичні семінари і конференції. Самоосвіта педагога.
Недостатня забезпеченість шкіл електронними освітніми технологіями (комп'ютери, інтерактивні дошки, мультимедійні проектори, підключення до мережі Інтернет)	Використання групових форм організації навчального процесу, а також застосування аерокосмічних знімків на паперових носіях інформації
Різний рівень профільної підготовки учнів	Розробка різнорівневих завдань і облік індивідуальних особливостей школярів

У навчальному процесі дані дистанційного зондування Землі можуть виконувати різні освітні функції:

1. *Дані ДЗЗ – як засіб наочності.* Основним наочним посібником при вивченні географії, до теперішнього часу, є географічна карта. Не принижуючи її достоїнств, слід все ж відзначити, що картографічне зображення об'єктів є дуже умовним і

недостатньо точно відображає об'єктивну реальність. Аерокосмічні знімки формують в учнів зоровий образ досліджуваних об'єктів і явищ, що сприяє більш конкретному сприйняттю їх сутності та якіснішому запам'ятовуванню змісту навчального матеріалу.

2. Дані ДЗЗ – як інтерактивний засіб навчання географії. Електронні георесурси, розроблені на базі супутникових знімків Землі, розкривають нові можливості в процесі географічної освіти – інтерактивне навчання, тобто навчання зі зворотним зв'язком, двостороннім обміном інформацією між суб'єктом і об'єктом процесу навчання.

3. Дані ДЗЗ – як джерело географічних знань. До розряду знань, отриманих шляхом аналізу аерокосмічних знімків, відносяться, наприклад, такі, як: просторове положення географічних об'єктів; їх морфометричні характеристики; якісні та кількісні показники; встановлення причинно-наслідкових зв'язків, закономірностей тощо. Ця інформація є основою для проведення практичних і лабораторних занять, а в своєму вищому проявленні – науково-дослідній роботі учнів.

4. Дані ДЗЗ – як джерело формування умінь. Зображення Землі з космосу та аерофотознімки є особливим засобом навчання географії, яке дозволяє формувати уміння про реальні обриси географічних об'єктів і процесів, описувати їх просторове положення, порівнювати різні зображення земної поверхні на аерокосмічних знімках з іншими джерелами географічної інформації (план, карта тощо), виконувати просторово-часовий аналіз та інше, тим самим збагачує образ світу школяра.

Запитання для самоконтролю

- 1. У загальних рисах розкрийте роль даних ДЗЗ в формуванні умінь у учнів та педагогічний результат, обумовлений їх властивостями.*
- 2. Схарактеризуйте основні етапи пізнання дійсності за допомогою аналізу аерокосмічних знімків у процесі навчання географії.*
- 3. У загальних рисах розкрийте теоретико-світоглядні завдання, розв'язувані в географічній освіті за допомогою даних ДЗЗ.*
- 4. У загальних рисах розкрийте практичні завдання, які можна розв'язувати в географічній освіті за допомогою даних ДЗЗ.*
- 5. Розкрийте проблеми використання даних ДЗЗ у рамках сформованої системи шкільної географічної освіти і можливі варіанти їх вирішення.*
- 6. Які освітні функції можуть виконувати у навчальному процесі дані дистанційного зондування Землі?*

3.3. Аерокосмічні знімки як образотворчі наочні засоби в курсах шкільної географії

Багато років основним видом наочності в навчанні географії були і є географічні карти. Географічні карти формують стійкі образи географічних об'єктів, однак картографічні зображення не відображають об'єктивної реальності. Як відзначає льотчик-космонавт, директор Наукового геоінформаційного центру Російської Академії наук В. Лебедев, умовні географічні назви та об'єкти, наукові

терміни, що часто досить незвично показані на картах, на космічних знімках наповнюються сенсом, реальним історичним змістом і значенням, наочним "живим" уявленням про них. При цьому використання виразності і наочності аерокосмічних знімків не повинно розглядатися тільки як черговий засіб їх подачі – як самоціль. Аерокосмічні знімки – це інструмент для поглибленого вивчення Землі та можливість найкращого способу бачення її, з'ясування генезису різних процесів і явищ, тобто це спосіб підвищення потенціалу досліджень та інтересу до них.

Наочність аерокосмічних знімків вражає своїм потенціалом. Сьогодні ми можемо спостерігати географічні об'єкти і процеси на поверхні Землі з висот від декількох десятків метрів, до десятків тисяч кілометрів. Якщо ж при цьому врахувати можливість отримання мультиспектральних знімків, то стає зрозумілим, які яскраві та високоінформаційні образотворчі ресурси потрапляють у руки педагога у вигляді аерокосмічних знімків.

У процесі візуального формування географічних уявлень засобами ДЗЗ можна виділити чотири етапи:

- візуальне відображення окремих властивостей географічних об'єктів і явищ;
- виникнення уявлень про географічні об'єкти і явища;
- збереження і відтворення уявлень про географічні об'єкти, явища або їх окремі властивості;
- регулярне застосування отриманих уявлень в процесі формування понять.




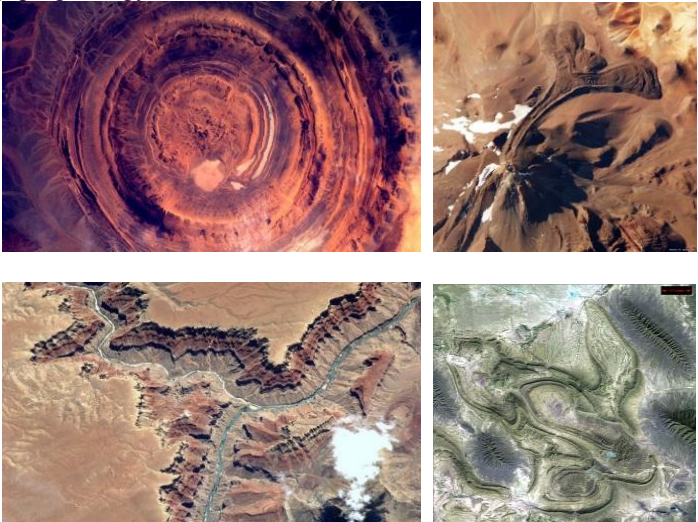
Можливе застосування декількох способів подання даних ДЗЗ на уроках географії. По-перше, це *зображення в атласах, підручниках та інших навчальних посібниках*. Це найбільш традиційний спосіб. Перші аерознімки з'явилися в СРСР у підручниках географії в п'ятдесяті роки минулого століття, а в 70-і роки з'явився перший атлас космознімків. Ця тенденція продовжується і в сьогоденнішніх навчальних посібниках. Не принижуючи значення цієї форми представлення знімків, все ж слід звернути увагу на її невисокий інформаційний рівень, що істотно занижує освітній потенціал аерокосмічних знімків.


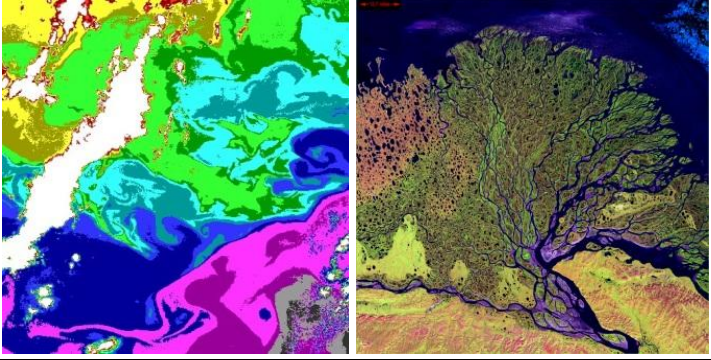

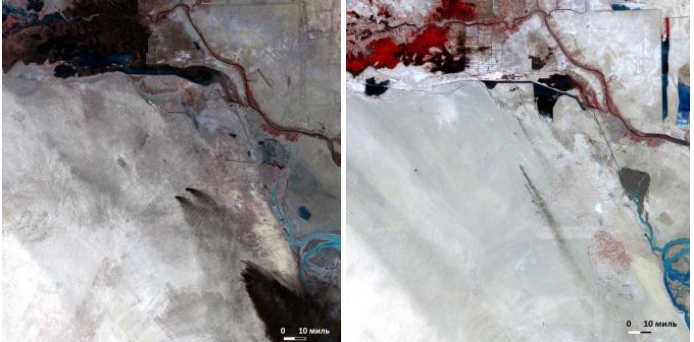
Більш ефективним є використання даних ДЗЗ у вигляді *великоформатних плакатів*, на яких об'єднані близькі за тематичним змістом знімки з їх короткою характеристикою. Образотворчі та інформаційні властивості таких плакатів високі, однак їх значна вартість вкрай стримує їх широке застосування в навчальному процесі.

Найбільш зручною, доцільною і доступною формою використання аерокосмічних знімків є їх *подання на різних цифрових носіях*: лазерні диски, флеш-пам'ять, жорсткі комп'ютерні диски тощо. Низька вартість, можливість зберігати величезний обсяг інформації, а саме головне, висока образотворча здатність, сприяють домінуванню саме цієї форми представлення даних ДЗЗ. Зображення виводиться на екран монітора комп'ютера, хоча особливо ефективно використання демонстраційного комплексу «комп'ютер – проекційний пристрій». Проектування зображення аерокосмічних знімків на великий екран істотно підвищує наочність навчання, підвищує мотивацію до нього.

Використання даних ДЗЗ в якості образотворчого наочного посібника можливе в усіх курсах шкільної географії. У таблиці 3.3 наведені приклади інформаційного навантаження аерокосмічних знімків у навчальній програмі середньої школи України з географії.

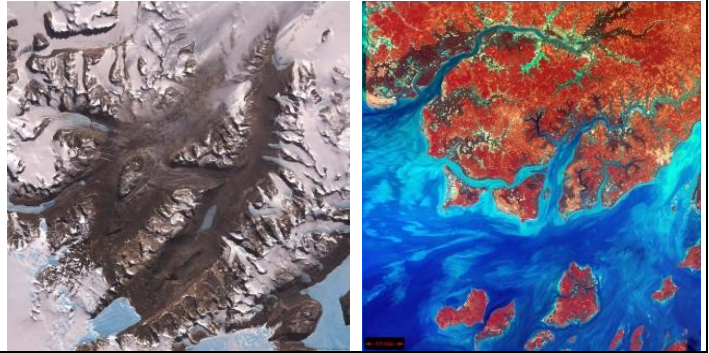

Теми обов'язкового мінімуму змісту освітніх програм з географії, де можливе використання аерокосмічних технологій. "Загальна географія" 6 клас

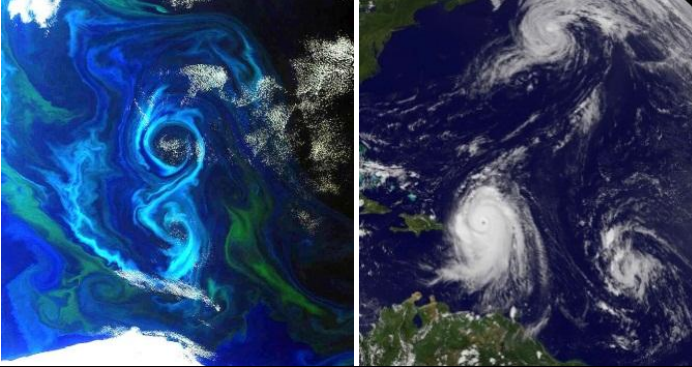

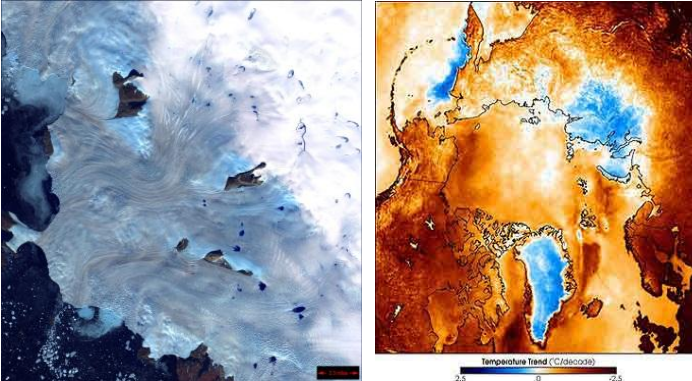
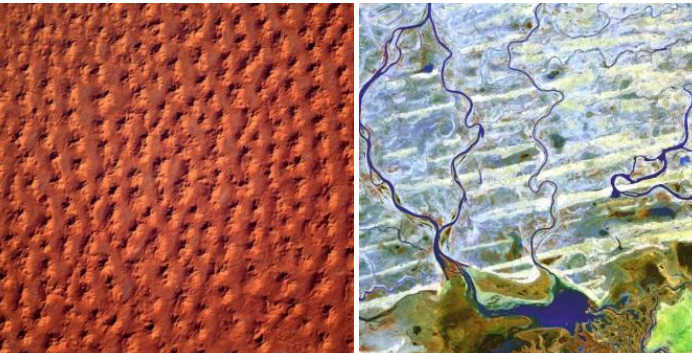
Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>ВСТУП Географія — наука про природу Землі та її різноманітність, про населення і його господарську діяльність, про взаємодію природи і людства в межах всієї планети. Що вивчає загальна географія в школі. Джерела географічних знань, методи географічних досліджень.</p>	<p>Супутникові знімки, що формують об'єктивний зоровий образ земної поверхні.</p> 
Розділ II. ЗЕМЛЯ НА ПЛАНІ ТА КАРТІ	
<p>Тема 1. Способи зображення Землі Зображення Землі на глобусі, плані, карті, аерофотознімку, космічному знімку. План, його основні ознаки. Масштаб, види масштабів. Умовні знаки, особливості створення, практичне значення. Карті, різноманітні способи картографічного зображення. Картографічні спотворення. Класифікація карт за масштабом. Визначення напрямів на місцевості, плані і карті. Орієнтування на місцевості. Поняття про азимут. Зображення нерівностей земної поверхні на плані та карті: відносна висота і абсолютна висота точок місцевості. Зображення нерівностей поверхні місцевості горизонталями. Шкала висот і глибин.</p>	<p>Різномасштабні аерокосмічні знімки, як новий вид зображення місцевості. Практична робота «Зіставлення географічної карти з супутниковими фотознімків».</p> 
<p>Тема 2. Градусна сітка Землі. Географічні координати точок Градусна сітка на глобусі й географічній карті. Поняття про географічні координати — широта (південна, північна) та довгота (західна і східна). Правила відліку географічної широти і довготи. Географічні координати свого населеного пункту і його висота над рівнем моря.</p>	<p>Практична робота. Знаходження географічних об'єктів за їх координатами в програмі і Гугл Планета Земля.</p> 
Розділ III. ГЕОГРАФІЧНА ОБОЛОНКА ТА ЇЇ СКЛАДОВІ	
<p>Тема 1. Літосфера Внутрішня будова Землі. Поняття "земна кора", "літосфера". Будова земної кори та її склад: мінерали та гірські породи. Типи земної кори. Внутрішні процеси, що зумовлюють зміни земної кори. Рухи земної кори. Землетруси. Вулканізм і вулкани. Джерела, гейзери. Літосферні плити, їх рухи. Стійкі й рухомі ділянки земної кори. Сейсмічні пояси Землі. Походження материків і океанів. Геологічний час. Зовнішні процеси, що зумовлюють зміну земної кори: робота вітру, текучих і підземних вод, морів та льодовиків. Основні форми рельєфу Землі: гори і рівнини. Форми рельєфу суходолу. Рельєф дна Світового океану. Зміна гір та рівнин під впливом внутрішніх та зовнішніх процесів. Охорона унікальних форм рельєфу та надр Землі.</p>	<p>Космічні знімки, що відображають геолого-структурну будову земної кори. Аерокосмічні зображення основних форм рельєфу Землі. Знімки вулканів.</p> 




Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>Тема 2. Атмосфера Атмосфера, її склад та будова. Температура земної поверхні та повітря, її зміни з висотою, розподіл залежно від кута падіння сонячних променів. Теплові пояси Землі. Атмосферний тиск і вітер. Постійні та змінні вітри. Основні пояси атмосферного тиску на Землі. Рух повітря, закономірності переміщення повітряних мас, циклони та антициклони. Водяна пара, вологість повітря. Види опадів та закономірності їх розподілу на земній кулі. Погода, її елементи, типи, зміна в часі. Клімат Землі, фактори його формування. Кліматичні пояси і головні типи клімату Землі: екваторіальний, тропічний, помірний, полярний. Зміни клімату. Люди і клімат. Охорона атмосфери: причини і наслідки забруднення атмосферного повітря, способи очищення повітря</p>	<p>Знімки з метеорологічних супутників, які відображають атмосферні процеси, що фіксуються по характеру хмарного покриву. Моніторинг забруднення атмосфери з космосу. Вивчення небезпечних природних явищ в атмосфері.</p> 
<p>Тема 3. Гідросфера Гідросфера, її основні частини. Світовий океан та його частини: океани, моря, затоки, протоки. Острови в океані. Властивості вод Світового океану. Рух води в океані. Вітрові хвилі, припливи, відпливи, цунамі, течії. Закономірності поширення течій в океанах. Багатства вод Світового океану. Океан та людина. Води суходолу. Річкова система, річковий басейн, вододіл. Елементи річкової долини. Пороги і водоспади. Живлення та режим річок, робота річок. Озера, озерні улоговини та їх утворення. Штучні водойми: канали, водосховища, ставки. Болота, їх типи, поширення. Льодовики, особливості їх утворення та поширення. Підземні води, їх типи. Використання вод суходолу людиною.</p>	<p>Супутникові знімки, що відображують компоненти водної оболонки, представлені в глобальному, регіональному і локальному аспектах. Супутникові карти температур морської поверхні, що демонструють дію на формування поля поверхневої температури океану і відображають циркуляцію і динаміку океанічних вод.</p> 
<p>Тема 4. Біосфера Складові біосфери. Географічні закономірності поширення ґрунтів, рослин і тварин. Вплив господарської діяльності людини на ґрунтовий та рослинний покрив, тваринний світ суходолу і океану. Охорона біосфери.</p>	<p>Аерокосмічні знімки, що демонструють вплив господарської діяльності людини на біосферу.</p> 
<p>Тема 5. Географічна оболонка Географічна оболонка, її властивості. Загальні закономірності географічної оболонки: цілісність, кругообіг речовини та енергії, ритмічність, зональність. Взаємодія компонентів географічної оболонки. Взаємодія атмосфери, океану та суходолу, її наслідки. Поняття про природні комплекси. Географічні пояси та природні зони. Екологічні проблеми географічної оболонки.</p>	<p>Аерокосмічні знімки, що демонструють географічні пояси та природні зони. Зображення екологічних проблем географічної оболонки.</p> 

Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
Розділ IV. ЗЕМЛЯ — ПЛАНЕТА ЛЮДЕЙ	
<p>Тема 1. Кількість і розміщення населення Землі Зміна кількості населення впродовж історичного часу, причини цих змін. Густота населення Землі. Розміщення населення. Найбільш заселені території земної кулі. Людські раси, рівність рас.</p>	<p>Аерокосмічні знімки різних типів розміщення населення.</p> 
Розділ V. ЛЮДИНА І ГЕОГРАФІЧНА ОБОЛОНКА	
<p>Тема 1. Зміни природи під впливом господарської діяльності людини Види господарської діяльності людей. Зміни компонентів природи в результаті діяльності людей. Зміни природних комплексів Землі.</p>	<p>Аерокосмічні знімки впливу господарської діяльності людини на зміни природних комплексів Землі та моніторинг навколишнього середовища.</p> 
<p>Тема 2. Населення і природокористування Використання природних багатств, проблема їх вичерпності. Населення і навколишнє середовище, проблеми його забруднення і охорони.</p>	

7-й клас ГЕОГРАФІЯ МАТЕРИКІВ І ОКЕАНІВ

Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>ВСТУП Предмет вивчення “Географії материків і океанів”. Джерела географічних знань. Методи географічних досліджень. Класифікація карт і робота з ними. Основні географічні закономірності.</p>	<p>Аерокосмічні знімки, як новий метод географічних досліджень.</p> 
Розділ I. ОКЕАНИ	
<p>Тема 1. Тихий океан. Океанія Загальні відомості. Тихий океан — найбільший океан Землі. Географічне положення. Історія дослідження. Особливості будови дна океану. Кліматичні пояси і типи клімату. Течії. Органічний світ і закономірності його поширення. Багатства Тихого океану. Проблема забруднення вод океану. Океанія. Особливості фізико-географічного положення. Острови, їх походження. Заселення Океанії. Сучасне населення і країни в Океанії. Екологічні проблеми.</p>	<p>Аерокосмічні знімки головних показників океану: будова дна, океанічні течії, ресурси тощо.</p> 


Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>Тема 2. Атлантичний океан Особливості географічного положення та кордони океану. Спільні та відмінні риси в географічному положенні Атлантичного і Тихого океанів. Дослідження Атлантичного океану. Будова та рельєф дна. Кліматичні пояси, типи клімату. Водні маси. Органічний світ. Природні багатства океану. Проблема забруднення вод.</p>	<p>Аерокосмічні знімки головних показників океану: будова дна, океанічні течії, ресурси тощо.</p> 
<p>Тема 3. Індійський океан Особливості географічного положення. Спільні та відмінні риси в географічному положенні Індійського і Тихого океанів. Дослідження Індійського океану. Рельєф дна. Особливості природи океану: високі температура і солоність вод, система морських течій. Своєрідність органічного світу. Природні багатства. Вплив океану на природу материка в прибережній частині. Види господарської діяльності в океані. Охорона природи океану.</p>	<p>Аерокосмічні знімки головних показників океану: будова дна, коралові острови, океанічні течії, ресурси тощо.</p> 
<p>Тема 4. Північний Льодовитий океан Загальні відомості. Північний Льодовитий океан — найменший океан на Землі. Географічне положення. Дослідження океану та Арктики в цілому. Особливості рельєфу дна. Клімат океану в зв'язку із розташуванням океану у високих широтах. Течії. Льодовий режим. Своєрідність органічного світу. Проблеми охорони природи океану.</p>	<p>Аерокосмічні знімки головних показників океану: будова дна, океанічні течії, розповсюдження криги, ресурси тощо.</p> 
Розділ II. МАТЕРИКИ	
<p>Тема 1. Африка Особливості географічного положення материка, елементи берегової лінії. Дослідження та освоєння Африки. Геологічна будова. Східно-Африканські розломи земної кори. Рельєф материка: рівнини, гори, плоскогір'я, нагір'я. Закономірності розміщення корисних копалин. Загальні особливості клімату. Кліматичні пояси і типи клімату. Води суходолу: головні річкові системи, озера, підземні води, їх гідрологічні особливості, значення для природи та населення. Специфічність ґрунтово-рослинного покриву і тваринного світу. Природні зони, закономірності їх розміщення. Національні парки. Стихійні явища природи. Екологічні проблеми. Населення. Сучасна політична карта Африки. Головні держави. Зв'язки України з країнами африканського континенту.</p>	<p>Дрібномасштабні глобальні знімки, що характеризують основні фізико-географічні параметри материка, які обумовлені глобальними чинниками. Великомасштабні знімки, що передають найбільш яскраві географічні об'єкти і явища на материк (річкові системи, озера, гори, пустелі, рослинно-тваринний світ тощо).</p> 



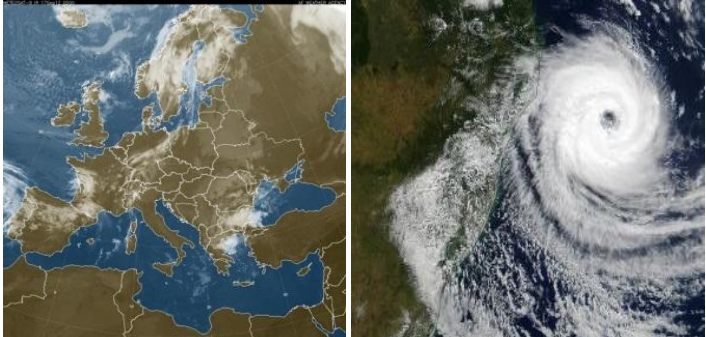

Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>Тема 2. Австралія Австралія — найменший материк Землі. Загальні відомості. Своєрідність географічного положення материка. Історія відкриття і дослідження. Геологічна будова. Форми рельєфу та корисні копалини Австралії, їх порівняння з Африкою. Загальні особливості клімату. Сухість клімату, її основні причини. Кліматичні пояси та типи клімату Австралії. Води суходолу. Особливості ґрунтово-рослинного покриву і тваринного світу, його своєрідність і унікальність. Природні зони. Зміна природи людиною. Населення, його склад та розміщення. Австралійський Союз — єдина держава на материках. Україна і Австралія.</p>	<p>Дрібномасштабні глобальні знімки, що характеризують основні фізико-географічні параметри материка, які обумовлені глобальними чинниками. Великомасштабні знімки, що передають найбільш яскраві географічні об'єкти і явища на материках (річкові системи, озера, гори, пустелі, рослинно-тваринний світ тощо).</p> 
<p>Тема 3. Південна Америка Загальні відомості. Особливості географічного положення. Дослідження і освоєння материка. Геологічна будова. Основні форми рельєфу Південної Америки. Закономірності поширення родовищ корисних копалин. Своєрідність клімату у зв'язку з рухами повітряних мас. Південна Америка — найвологіший материк світу. Кліматичні пояси і області. Вплив клімату на формування і розподіл вод суходолу. Води суходолу. Найбільші річкові системи. Своєрідність органічного світу материка. Природні зони. Висотна поясисть в Андах. Зміна природних комплексів людиною. Сучасні екологічні проблеми. Населення, його расовий склад та розміщення. Походження та формування сучасного населення Південної Америки. Політична карта. Основні держави. Україна і країни Південної Америки.</p>	<p>Дрібномасштабні глобальні знімки, що характеризують основні фізико-географічні параметри материка, які обумовлені глобальними чинниками. Великомасштабні знімки, що передають найбільш яскраві географічні об'єкти і явища на материках.</p> 
<p>Тема 4. Антарктида Антарктида й Антарктика. Особливості водних мас Південного океану. Антарктида — льодовий материк планети. Загальні відомості. Своєрідність географічного положення материка, його розміри. Відкриття Антарктиди та сучасні наукові дослідження материка. Міжнародне співробітництво у вивченні Антарктики й охороні її природи. Українська дослідна станція “Академік Вернадський”. Будова поверхні. Лід Антарктиди, підлідний рельєф. Кліматичні умови. Антарктида — найхолодніший материк Землі. Рослинність і тваринний світ. Природні багатства Антарктиди, проблеми їх використання.</p>	<p>Дрібномасштабні глобальні знімки, що характеризують основні фізико-географічні параметри материка, які обумовлені глобальними чинниками. Великомасштабні знімки, що передають найбільш яскраві географічні об'єкти і явища на материках (льодовиковий покрив, рослинно-тваринний світ тощо).</p> 






Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>Тема 5. Північна Америка</p> <p>Загальні відомості. Своєрідність природи материка, пов'язана з його географічним положенням. Історія відкриття та освоєння Північної Америки.</p> <p>Геологічна будова та рельєф, їх порівняння з Південною Америкою. Роль вулканізму та давнього зледеніння у формуванні сучасного рельєфу. Корисні копалини, закономірності їх поширення.</p> <p>Чинники формування клімату Північної Америки. Кліматичні пояси і типи клімату.</p> <p>Води суходолу. Основні річкові системи. Великі озера, їх походження.</p> <p>Рослинність і тваринний світ. Особливості природної зональності материка. Висотна поясність Кордильєр.</p> <p>Приклади впливу діяльності людини на природу. Стихійні явища природи та їх наслідки.</p> <p>Заповідники і національні парки.</p> <p>Населення. Його расовий і етнічний склад. Особливості заселення Північної Америки.</p> <p>Політична карта. Держави. Зв'язки України з країнами Північної Америки.</p>	<p>Дрібномасштабні глобальні знімки, що характеризують основні фізико-географічні параметри материка, які обумовлені глобальними чинниками. Великомасштабні знімки, що передають найбільш яскраві географічні об'єкти і явища на материк (річкові системи, озера, гори, пустелі, рослинно-тваринний світ тощо).</p> 
<p>Тема 6. Євразія</p> <p>Євразія — найбільший материк Землі. Фізико-географічне положення материка, його розміри. Особливості берегової лінії Євразії. Історія відкриття і дослідження окремих регіонів материка.</p> <p>Відмінність Євразії за геологічною будовою від інших материків. Давні материкові зледеніння. Сейсмічно активні області.</p> <p>Найбільші рівнини і гори Євразії. Відмінності у рельєфі різних частин материка. Корисні копалини, особливості їх походження.</p> <p>Особливості формування клімату. Кліматичні пояси і типи клімату Євразії, їх порівняння з Північною Америкою. Особливості прояву кліматотвірних чинників у зв'язку з географічним положенням та розмірами материка.</p> <p>Внутрішні води, їх розподіл. Найбільші річки та озера Євразії. Основні типи живлення і режиму річок. Зміна стану водойм під впливом господарської діяльності. Багаторічна мерзлота. Сучасне зледеніння. Ґрунти, рослинність і тваринний світ природних зон Євразії. Висотна поясність у горах материка. Зміна природи людиною. Охорона природних комплексів Євразії.</p> <p>Населення. Расовий та етнічний склад. Розміщення населення на материк. Сучасна політична карта Євразії. Найбільші держави країни. Україна серед держав Євразії.</p>	<p>Дрібномасштабні глобальні знімки, що характеризують основні фізико-географічні параметри материка, які обумовлені глобальними чинниками. Великомасштабні знімки, що передають найбільш яскраві географічні об'єкти і явища на материк (річкові системи, озера, гори, пустелі, рослинно-тваринний світ тощо).</p> 





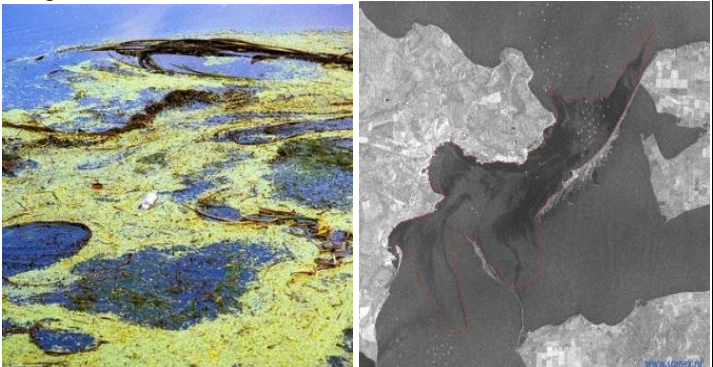
Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
Розділ III. ЗЕМЛЯ — НАШ СПІЛЬНИЙ ДІМ	
<p>Тема 1. Взаємодія людини і природи Природні ресурси материків і океанів, їх класифікація. Використання природних ресурсів, наслідки природокористування. Зміна взаємозв'язків між компонентами природи під впливом господарської діяльності людини. Порухення рівноваги в природі. Антропогенні природні комплекси.</p> <p>Тема 2. Екологічні проблеми материків і океанів Комплексна проблема забруднення навколишнього середовища. Види забруднення, їх основні джерела надходження. Необхідність міжнародного співробітництва у вирішенні екологічних проблем. Міжнародні організації з охорони природи.</p>	<p>Аерокосмічні знімки, які є прикладами зміни природи під впливом господарської діяльності людини, а також зображення екологічних катастроф на материках і в океанах.</p> 

8-й клас ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ УКРАЇНИ

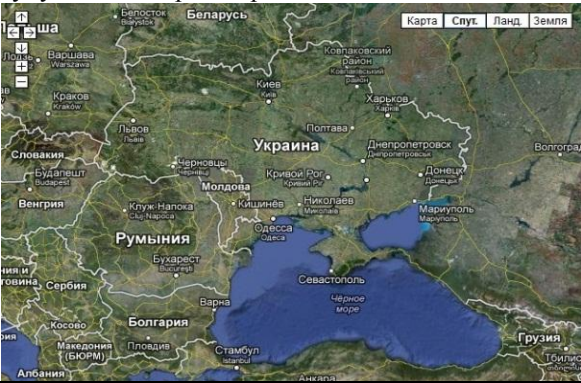

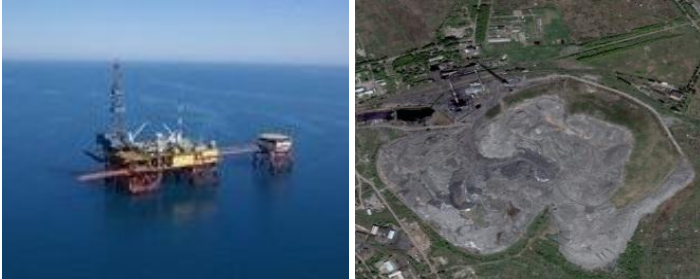


Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
Розділ I. УКРАЇНА ТА ЇЇ ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	
<p>Тема 2. Джерела географічної інформації Експедиційні та стаціонарні дослідження природних умов і природних ресурсів. Туристичні подорожі, екскурсії, краєзнавчі пошуки. Музейні експозиції, виставки. Географічні енциклопедії, довідники, словники, календарі. Географічні періодичні видання. Географічні описи в мистецьких творах, засобах масової інформації, у тому числі аудіовізуальних та ін. Карти — джерела географічних знань, їх зміст і призначення. Картографічні проєкції, спотворення площ, форм, кутів, відстаней. Способи зображення географічних об'єктів та явищ на картах. Види карт. Топографічні карти та їх практичне використання. Визначення за картами напрямків, відстаней та висот на місцевості. Географічні атласи. Електронні карти і атласи.</p>	<p>Супутникова карта регіонів України.</p> 
<p>Тема 3. Географічні дослідження на території України Географічні відомості про територію України у античних географів, “Повісті временних літ”, літописах. Перші карти України. Дослідження природних умов і природних ресурсів України у XVIII—XIX ст. Географічні дослідження України в XX ст. Роль у вивченні природи та господарства України В. Вернадського, П. Тутковського, С. Рудницького, Г. Висоцького, П. Погребняка, Б. Срезневського, В. Бондарчука, В. Кубійовича та ін. Сучасні географічні дослідження. Українське географічне товариство.</p>	<p>Супутникові знімки території України з вітчизняних супутників «Сич».</p> 

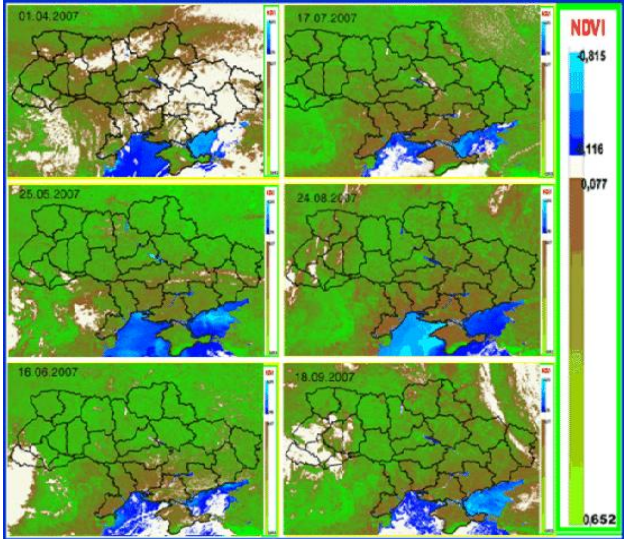
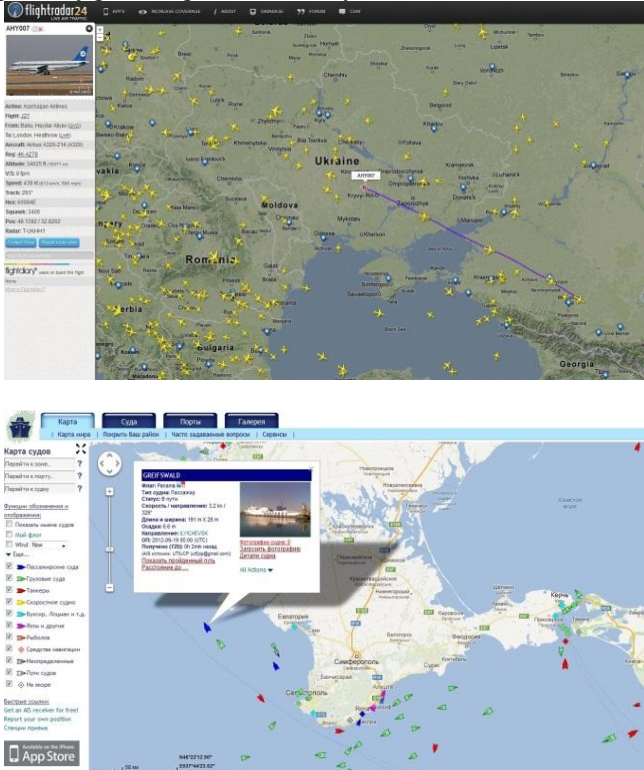
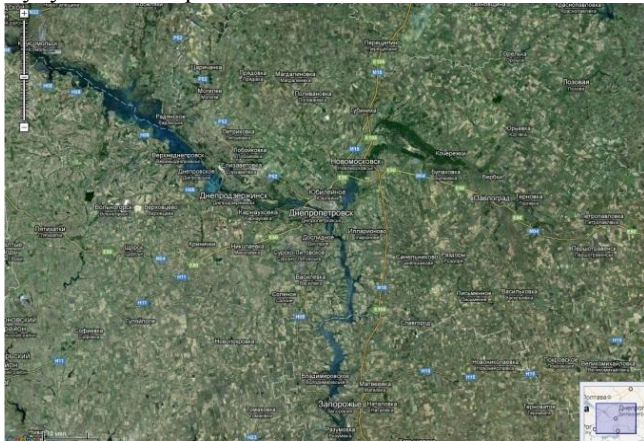
Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
Розділ II. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ	
<p>Тема 3. Рельєф. Геоморфологічна будова Фізична карта України. Загальний план будови поверхні, простягання низовин, височин, гір, річкових долин. Закономірності поширення основних форм рельєфу і типів рельєфу.</p>	<p>Аерокосмічні знімки основних форм і типів рельєфу України</p> 
<p>Тема 4. Мінерально-сировинні ресурси Різноманітність і багатство мінерально-сировинних ресурсів, їх зв'язок із геологічною будовою. Закономірності поширення корисних копалин. Паливні корисні копалини. Перспективні нафтогазоносні райони. Основні родовища нафти і газу. Родовища горючих сланців і торфу. Рудні корисні копалини. Родовища залізної, марганцевої та руд кольорових металів. Золоторудні райони України. Нерудні корисні копалини. Родовища нерудної сировини та дорогоцінного каміння. Господарська оцінка мінерально-сировинних ресурсів, основні шляхи їх раціонального використання і охорони.</p>	<p>Аерокосмічні знімки, що є прикладами господарської діяльності людини при використанні мінерально-сировинних ресурсів. Знімки моніторингу природно- господарських комплексів.</p> 
<p>Тема 5. Кліматичні умови та ресурси Загальна характеристика клімату України. Основні кліматичні чинники: сонячна радіація, циркуляція атмосфери; підстильна земна поверхня. Взаємодія чинників кліматоутворення. Кліматичні карти. Основні кліматичні показники. Кліматичні ресурси. Погода і небезпечні погодні явища. Прогноз погоди. Синоптична карта. Метеорологічні станції, бюро погоди, гідрометеорологічна служба України. Вплив погодно-кліматичних умов на здоров'я і господарську діяльність людини.</p>	<p>Метеорологічні карти території України, побудовані за даними аналізу інформації, отриманої з метеорологічних супутників.</p> 
<p>Тема 6. Внутрішні води Поверхневі води. Основні річкові басейни та їх характеристика. Характер гідрографії й водного режиму річок. Річкові системи Дніпра, Сіверського Дінця, Південного Бугу, Дністра, Дунаю, Тиси. Канали: Сіверський Донець— Донбас, Дніпро— Кривий Ріг, Дніпро—Донбас, Північно-Кримський. Озера і лимани; їх типи; особливості гідрологічного режиму. Водосховища. Підземні води. Основні артезіанські басейни України. Болота, їх типи і поширення. Причини заболочення. Водний баланс і водні ресурси України, шляхи їх раціонального використання і охорони.</p>	<p>Аерокосмічні знімки основних гідрологічних об'єктів країни (річкові системи, озера, лимани, водосховища та ін.).</p> 

Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>Тема 8. Рослинний покрив Різноманітність видового складу, закономірності поширення рослинності. Широтна зональність і висотна пояси́сть рослинного покриву. Червона книга України. Вплив господарської діяльності на рослинність. Рослинні ресурси, їх охорона і відтворення.</p>	<p>Аерокосмічні знімки моніторингу рослинних ресурсів України.</p> 
Розділ III. ЛАНДШАФТИ І ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ	
<p>Тема 1. Природно-територіальні комплекси Природно-територіальні комплекси (ПТК), взаємодія чинників і компонентів, що їх формують. Ландшафти та їх класифікація. Вплив господарської діяльності людини на ландшафти.</p>	<p>Аерокосмічні знімки, що є прикладами впливу господарської діяльності людини на ландшафти.</p> 
<p>Тема 3. Зона мішаних і широколистяних лісів Географічне положення, межі й розміри. Характерні риси природних комплексів. Сучасні ландшафти. Природоохоронні території.</p>	<p>Аерокосмічні знімки характерних рис природних комплексів зони мішаних і широколистяних лісів.</p> 
<p>Тема 4. Зона лісостепу Географічне положення, межі, розміри. Характерні риси природних комплексів та ресурсів. Неприятливі природні процеси. Поділ на природні країни. Природоохоронні території.</p>	<p>Аерокосмічні знімки характерних рис природних комплексів та ресурсів зони лісостепу.</p> 
<p>Тема 5. Зона степу Географічне положення, межі і розміри. Головні риси природних умов. Поділ на підзони. Неприятливі природні процеси. Природоохоронні території.</p>	<p>Аерокосмічні знімки характерних рис природних умов зони степу. Екологічний моніторинг степової екосистеми с використанням даних ДЗЗ.</p> 

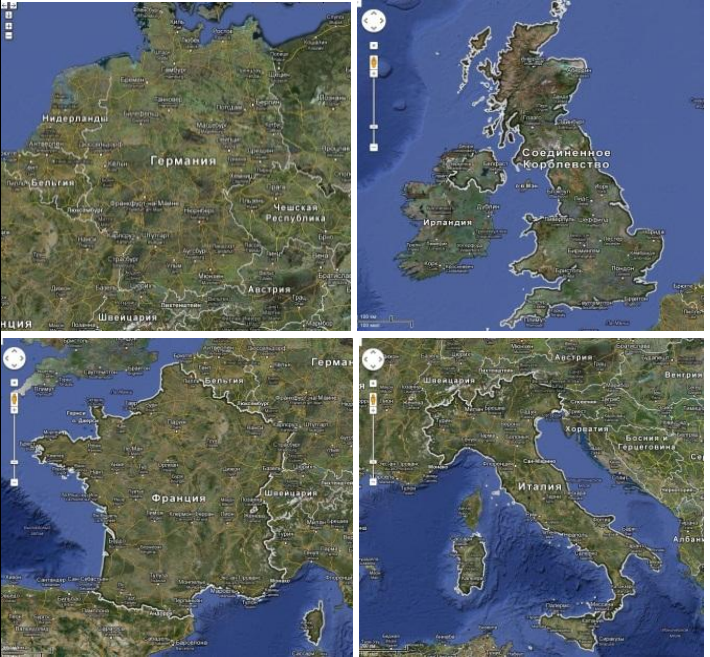
Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>Тема 6. Українські Карпати Географічне положення, межі і розміри. Загальні риси природних умов. Висотна поясність ландшафтів. Стихійні природні явища і процеси. Поділ на природні області. Природоохоронні території. Основні заходи щодо раціонального використання та охорони природних умов і природних ресурсів.</p>	<p>Аерокосмічні знімки характерних рис природних умов Українських Карпат. Екологічний моніторинг екосистеми с використанням даних ДЗЗ.</p> 
<p>Тема 7. Кримські гори Географічне положення, межі, розміри. Особливості природних умов і ресурсів. Неприятливі природні процеси. Поділ на природні області. Природоохоронні території. Основні заходи щодо раціонального використання та охорони природних умов і природних ресурсів.</p>	<p>Аерокосмічні знімки характерних рис природних умов Кримських гір. Екологічний моніторинг екосистеми с використанням даних ДЗЗ.</p> 
<p>Тема 8. Природні комплекси морів, що омивають Україну Фізико-географічна характеристика природних комплексів Чорного та Азовського морів. Проблеми використання і охорони їх вод.</p>	<p>Аерокосмічні знімки головних показників морів: будова дна, течії, температурний режим, ресурси...</p> 
<p>Розділ IV. ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ УМОВ І ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ТА ЇХ ОХОРОНА</p>	
<p>Тема 1. Геоекологічна ситуація в Україні Поняття “геоекологічна ситуація”. Основні забруднювачі навколишнього середовища. Аварія на Чорнобильській АЕС і стан навколишнього середовища. Вплив геоєкологічної ситуації на населення в Україні. Законодавство про екологічну ситуацію в Україні.</p>	<p>Аерокосмічні знімки Чорнобильській АЕС.</p> 
<p>Тема 2. Використання і охорона природних умов і природних ресурсів Законодавчі акти про природно-заповідний фонд України. Природно-заповідний фонд. Національна екологічна мережа України. Моніторинг навколишнього середовища в Україні. Основні заходи щодо раціонального використання і охорони навколишнього середовища в Україні.</p>	<p>Аерокосмічні знімки моніторингу навколишнього середовища в Україні</p> 




9-й клас ЕКОНОМІЧНА І СОЦІАЛЬНА ГЕОГРАФІЯ УКРАЇНИ

Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
Розділ I. УКРАЇНА НА КАРТІ СВІТУ	
<p>Тема 1. Економіко-географічне положення України Місце України на політичній карті Європи і світу. Економіко-географічне положення України. Значення транзитних перевезень. Геополітичне положення, його позитивні й негативні риси.</p>	<p>Супутникова карта України.</p> 
Розділ II. НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ	
<p>Тема 3. Системи розселення і розвиток поселень Міське і сільське населення. Типи населених пунктів. Урбанізація. Територіальні відмінності в рівнях урбанізації у різних регіонах України. Система міського розселення України. Міські агломерації. Столиця держави та її значення. Типи міст за розмірами та за функціями. Сільське розселення і його географія. Типи сільських поселень, особливості їх розміщення. Соціальні проблеми сільського населення, шляхи їх розв'язання.</p>	<p>Аерокосмічні знімки різних систем розселення населення та форм поселень.</p> 
Розділ III. ГОСПОДАРСТВО	
<p>Тема 4. Паливна промисловість Галузева структура паливної промисловості. Сировинна база. Вугільна промисловість. Нафтова промисловість. Нафтопереробна промисловість. Газова промисловість. Торф'яна, горючесланцева промисловість.</p>	<p>Аерокосмічні знімки підприємств паливної промисловості України.</p> 
<p>Тема 5. Електроенергетика Електроенергетика як складова ПЕК України, її значення. Основні типи електростанцій та найважливіші ЛЕП. Використання традиційних і нових способів одержання енергії. Екологічні проблеми електроенергетики. Енергосистема. Споживання енергії. Енергозбереження.</p>	<p>Аерокосмічні знімки різних типів електростанцій країни.</p> 
<p>Тема 9. Лісова і деревообробна промисловість Структура та значення галузі, особливості її розміщення. Основні райони заготівлі лісу, проблеми відтворення і раціонального використання лісових ресурсів. Лісопильне виробництво. Деревообробна промисловість. Целюлозно-паперове і лісохімічне виробництво. Проблеми й перспективи розвитку галузі.</p>	<p>Аерокосмічні знімки інвентаризації та контролю за станом лісів країни</p> 

Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>Тема 13. Сільське господарство Галузева структура сільського господарства. Значення сільського господарства в економіці держави та в формуванні її експорту. Зв'язок сільського господарства з іншими галузями. Природно-географічні фактори розвитку сільського господарства. Сільськогосподарські угіддя, їх структура. Меліорація земель. Галузева структура і виробничі особливості рослинництва. Географія зернового господарства, технічних культур, картоплярства, овочівництва та плодівництва. Тваринництво, його структура та географія. Розвиток кормової бази тваринництва. Рибне господарство. Зональна спеціалізація сільського господарства. Гірські регіони. Приміські сільськогосподарські райони.</p>	<p>Аерокосмічні знімки моніторингу сільсько-господарських угідь України на всіх рівнях.</p> 
<p>Тема 14. Транспорт Роль транспорту в розвитку господарства країни та в міжнародних перевезеннях. Види транспорту. Залізничний транспорт, його роль у перевезенні вантажів. Залізнична мережа України. Географія залізничних вантажо- та пасажиропотоків. Залізничні вузли. Водний транспорт. Історія українського морського флоту. Морські порти і географія перевезень. Каботаж. Роль морського транспорту в міжнародних зв'язках. Географія річкового транспорту. Річкові порти. Міждержавні перевезення по Дунаю та інших річках. Автомобільний транспорт, його недоліки та переваги. Найважливіші автомагістралі. Повітряний транспорт, його значення в міждержавних перевезеннях. Спеціалізація повітряних перевезень. Трубопровідний транспорт. Географія нафто- і газопроводів. Транзитні транспортування нафти і газу. Рівень забезпеченості різних районів країни транспортними магістралями. Міжнародні транспортні коридори. Транзитні перевезення. Проблеми і перспективи розвитку транспорту.</p>	<p>Інтерактивні карти спостережень за переміщеннями літаків і кораблів у режимі реального часу</p> 
Розділ V. ГЕОГРАФІЯ СВОЄЇ ОБЛАСТІ	
<p>Тема 1. Географічна характеристика своєї області Особливості географічного положення та його вплив на господарську спеціалізацію. Природні умови і ресурси області, їх оцінка. Географічні назви своєї області чи автономної республіки в минулому і нині. Особливості топоніміки своєї місцевості. Історія заселення території. Населення і трудові ресурси. Демографічна ситуація. Найбільші міста. Адміністративні райони. Загальна характеристика господарства. Промисловість. Сільське господарство. Транспорт. Особливості культури і побуту місцевого населення. Проблеми і перспективи розвитку.</p>	<p>Супутникова карта своєї області.</p> 

10-й клас СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ГЕОГРАФІЯ СВІТУ

Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
Розділ I. ЗАГАЛЬНА ЕКОНОМІКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СВІТУ	
<p>Тема 5. Глобальні проблеми людства Поняття про глобальні проблеми людства (війни і миру, екологічну, сировинну і енергетичну, голоду, боротьби зі злочинністю, тероризмом, епідеміями). Роль світової громадськості у їх розв'язанні.</p>	<p>Аерокосмічні знімки екологічних проблем людства</p> 
Розділ II. РЕГІОНИ ТА КРАЇНИ СВІТУ	
<p>Тема 1. Країни Європи Загальна характеристика регіону, його склад. Населення, міста. Характеристика господарства країн та значення інтеграційних процесів у його формуванні. <i>ФРН</i>. Географічне положення. Населення і міста. Особливості сучасного розвитку господарства країни. Промисловість. Сільське господарство. Інфраструктура. <i>Велика Британія</i>. Особливості ЕГП, його вплив на розвиток країни. Населення, міста. Характерні риси розвитку економіки індустріальної держави. Значення зовнішніх економічних зв'язків. <i>Франція</i>. Особливості ЕГП. Населення і міста. Провідні галузі господарства. <i>Італія</i>. Особливості ЕГП країни, вплив його на розвиток господарства. Населення, міста. Галузева структура господарства країни, її територіальні відмінності. <i>Держави-сусіди України</i>. Особливості ЕГП країн. Населення, демографічні проблеми. Сучасний стан економіки країн. Галузева структура господарства, їх територіальні відмінності. Зв'язки країн-сусідів з Україною.</p>	<p>Супутникові карти країн Європи (ФРН, Велика Британія, Франція, Італія)</p> 
<p>Тема 2. Країни Азії Загальний огляд. Склад регіону. Різноманітність країн. Особливості господарства. Роль країн Азії в світі. Регіон перехрестя важливих морських комунікацій. Туризм. <i>Японія</i>. ЕГП, історико-культурні особливості країни. Особливості населення країни. Роль НТР в економіці Японії. Галузева і територіальна структура господарства. Спеціалізація країни в світовому господарстві. Зовнішньоекономічні зв'язки. <i>Китай</i>. Особливості розселення, демографічна політика і трудові ресурси Китаю. Особливості економічної політики Китаю, галузі міжнародної спеціалізації. Особливості галузевої структури господарства. Зовнішні економічні зв'язки. Відмінності між Західним і Східним Китаєм; концентрація промислового і сільськогосподарського виробництва в Східному Китаї. <i>Індія</i>. Культурно-історичні особливості країни. Природні умови і ресурси. Розміщення населення і господарства. Роль країни в регіоні та в світі.</p>	<p>Супутникові карти країн Азії (Японія, Китай, Індія).</p> 

Зміст навчального матеріалу	Приклади інформаційного навантаження даних ДЗЗ
<p>Тема 3. Країни Північної Америки Склад території. Особливості економіко-географічного положення. Сторінки освоєння регіону та формування території США і Канади. Роль переселенців у розвитку економіки регіону. Українська діаспора Канади і США. <i>США.</i> Найбільша за економічним потенціалом та політичним впливом країна сучасного світу. Населення: закономірності зростання, етнічний склад, трудові ресурси, соціальна структура суспільства. Процеси урбанізації. Галузева та територіальна структура господарства, галузі міжнародної спеціалізації. Найбільші промислові та сільськогосподарські райони. Специфіка зовнішніх економічних зв'язків США. <i>Канада.</i> ЕГП. Особливості розміщення населення. Українці в Канаді. Найбільші міські агломерації. Господарство Канади. Роль країни в міжнародному географічному поділі праці.</p>	<p>Інтерактивна супутникова карта Північної Америки, поєднана з фізичною картою.</p> 
<p>Тема 4. Країни Латинської Америки Центральна та Південна Америка. ЕГП та склад території. Політична карта. Різноманітність країн (за розмірами території, кількістю населення, адміністративно-територіальним устроєм, формою правління, рівнем економічного розвитку тощо). Особливості населення. Основні риси географії сільського господарства, промисловості, транспорту. Екологічні проблеми. Участь регіону в міжнародному географічному поділі праці.</p>	<p>Супутникові карти країн Латинської Америки.</p> 
<p>Тема 5. Країни Африки, Австралії та Океанії Загальний огляд. Склад території. Різноманітність країн. Історія формування політичної карти. Характерні риси населення, типи розселення та урбанізації в країнах Африки. Природно-ресурсний потенціал та його використання. Особливості територіальної та галузевої структури господарства країн Африки. <i>Австралія.</i> Особливості розміщення населення, найбільші міські агломерації. Особливості економічного розвитку. Географія промисловості, сільського господарства, транспорту. і ресурсів. Роль країни в МГПП. Зовнішні зв'язки. <i>Океанія.</i> Специфіка ЕГП. Роль Нова Зеландія і острівні країни Тихоокеанського регіону. Політична карта. Особливості розвитку малих острівних держав.</p>	<p>Супутникові карти країн Африки, Австралії та Океанії.</p> 

Так, на уроках «Загальної географії» в шостому класі глобальні космічні знімки Землі дозволяють сформувати у свідомості учнів об'єктивний образ Землі – її кулястість і випуклість поверхні. У темі «Способи зображення Землі» вчитель демонструє роль і місце дистанційного зондування Землі, як найбільш об'єктивний метод вивчення земної поверхні. Особливо доцільно використовувати аерокосмічні знімки, як ілюстрації зростаючих можливостей географічних досліджень при вивченні літосфери, атмосфери, гідросфери та біосфери (див. табл. 3.3). Наприклад, у темі «Атмосфера» активне використання космічних знімків, що відображають атмосферні процеси, дозволяє дати наукове уявлення про атмосферну циркуляцію, вплив на клімат характеру поверхні Землі і перенесення тепла та вологи. Добре простежується на супутникових знімках процес утворення циклонів. Сфотографована хмарність фронтальних розділів дає чітку картину виникнення і розвитку циклонів.

У сьомому класі в курсі «Географія материків і океанів» (7 клас) учні цілком здатні ширше і глибше розглядати інформацію, що отримується при дешифруванні знімків Землі. Глобальні знімки дозволяють правильно зрозуміти основні фізико-географічні характеристики материків і океанів, і їх треба активно застосовувати для формування зорових образів досліджуваних об'єктів і явищ. Учитель може використовувати дрібномасштабні аерокосмічні знімки при характеристиці основних показників океанів: будова дна, циркуляція і динаміка океанічних вод, кліматичні властивості та ін. Великомасштабні знімки дозволяють відобразити найяскравіші географічні об'єкти і явища на материках.

Важливо, щоб педагог використовував аерокосмічні знімки не тільки як статичну інформацію, а створював для учнів фундамент для розумових операцій. Так використовуючи різночасні космічні знімки, історичні чи геологічні матеріали, можна навчити школярів елементам географічного моделювання і прогнозування.

Наприклад, на знімках південної частині Месопотамської низовини (рис. 3.1) можна побачити річки Тигр і Євфрат, які після злиття продовжують нести свої води в Перську затоку по руслу молодшої річки Шатт-ель-Араб ("Річка арабів"). Історичні документи свідчать, що до V століття н.е. цієї річки не існувало, і Тигр і Євфрат, не зливаючись, впадали в Перську затоку, маючи роздільні гирла. Інтенсивне землеробство в долинах цих річок призвело до різкого посилення ерозії ґрунтів, виносу і перевідкладенню в низов'ях твердого матеріалу. Сталося нарощування їх загальної дельти і, як наслідок, утворення обширної дельтової рівнини, за рахунок чого суходіл розвинувся в напрямку Перської затоки (дельта і зараз продовжує зростати на 1-4 кілометра за століття). Якщо спрямованість процесів не зміниться, то на найближче століття можна прогнозувати подальше відступання вод Перської затоки.

Наведемо ще один приклад. На космічному знімку Центральної Азії (рис. 3.2), чітко видно, що озера Байкал і Хубсу-Гул, мають явно видимий зв'язок через виражений в рельєфі тектонічний розлом, який з'єднує їх. Цей факт лежить в основі гіпотези про їх загальний генезис. Якщо складний процес розсування плит літосфери, що спостерігається тут, збережеться, то через кілька мільйонів років озера зіллються в єдиний басейн.

Аерокосмічні знімки дозволяють сформувати у свідомості школярів роль географії, як актуальної сучасної науки, яка, вивчаючи навколишній світ, здатна



Рис. 3.1. Супутниковий знімок південній частині Месопотамської низовини



Рис. 3.2. Супутниковий знімок озер Байкал і Хубсу-Гул.

помітно впливати на розвиток багатьох аспектів людської діяльності і взаємодію людини з природою. Учитель на конкретних прикладах (знімки Аралу, катастрофа в Мексиканській затоці та ін.) демонструє, як дані ДЗЗ дозволяють здійснювати моніторинг зміни природи під впливом господарської діяльності людини.

При вивченні «*Фізичної географії України*» (8 клас), образотворчі властивості супутникових знімків використовуються обмежено. Більш ефективним є застосування аерознімків. Так, наприклад, з природними зонами країни можна ознайомитися за великомасштабними знімками, на яких зображені ліси, лісостеги, стеги тощо. Це сприяє формуванню зорового образу кожної з природних зон. Фізико-географічні характеристики природних комплексів Чорного та Азовського морів краще засвоюються за допомогою дрібно-і середньомасштабних космічних знімків. Їх застосування рекомендовано і при аналізі моніторингу довкілля в Україні.

У курсах *соціально-економічної географії України* (9 клас) та *світу* (10 клас) аерокосмічні знімки також можна і потрібно демонструвати, проте на відміну від ранніх курсів, основний упор при їх демонстрації слід робити на фрагменти, де чітко видно господарську інфраструктуру (електростанції, гірничо-видобувні і переробні підприємства, шляхи сполучень тощо). Істотною відмінністю космічних знімків, які використовуються в даних курсах географії є той факт, що в якості джерел таких знімків, поряд з традиційними (див. розділ 3.7), більш ефективним слід визнати різні інтернет-портали (**WikiMapia**, **MarineTraffic**, **Flightradar24** та ін.), які є носіями різної соціально-економічної інформації: знімками високого і надвисокого дозволу промислових об'єктів, систем розселення населення, транспортних та туристичних потоків тощо. Більшість даних сервісів базується на супутникових картах корпорації Гугл. Детальний опис цих інтернет-порталів і методика їх використання в навчальному процесі описані в розділі 3.5.

Аерокосмічні знімки, як образотворчі наочні засоби можуть бути використані на різних етапах уроку з різними цілями. Найбільш типовим є застосування знімків по ходу пояснення навчального матеріалу вчителем для формування географічного образу об'єктів і явищ. Не виключено використання даних ДЗЗ до пояснення теми. У цьому випадку вони будуть використовуватися як засіб формування початкових уявлень, здатний зацікавити учнів, підвищити їх пізнавальну активність. Крім того, знімки можна застосовувати для закріплення навчального матеріалу і для контролю отриманих даних.

На рис. 3.3 наведено приклад програми **MyTest**, що представляє собою конструктор електронних тестів. В якості засобів візуалізації тестових питань використані аерокосмічні знімки.

За допомогою програми **MyTest** (та її аналогічних, наприклад, **Конструктор тестов**), можлива організація та проведення тестування знань учнів як з окремих тем, так і з цілих курсів шкільної географії. Не менш ефективно використання програми і в навчальних цілях. У цьому випадку використовується навчальний режим функціонування програми.

Не дивлячись на те, що програма **MyTest** працює з багатьма типами завдань: одиночний вибір, множинний вибір, встановлення відповідності, ручне введення числа або тексту, вибір місця на зображенні і ціла низка інших, використання в питаннях даних ДЗЗ накладає деякі обмеження у виборі типів завдань. Так,

найбільш прийнятними є завдання з вибором правильної відповіді, введенням тексту та зазначенням певних місць на знімку. Крім того, до кожного завдання можна задати складність (кількість балів за правильну відповідь), прикріпити підказку (показ може бути за штрафні бали) і пояснення вірної відповіді (виводиться у випадку помилки в навчальному режимі).

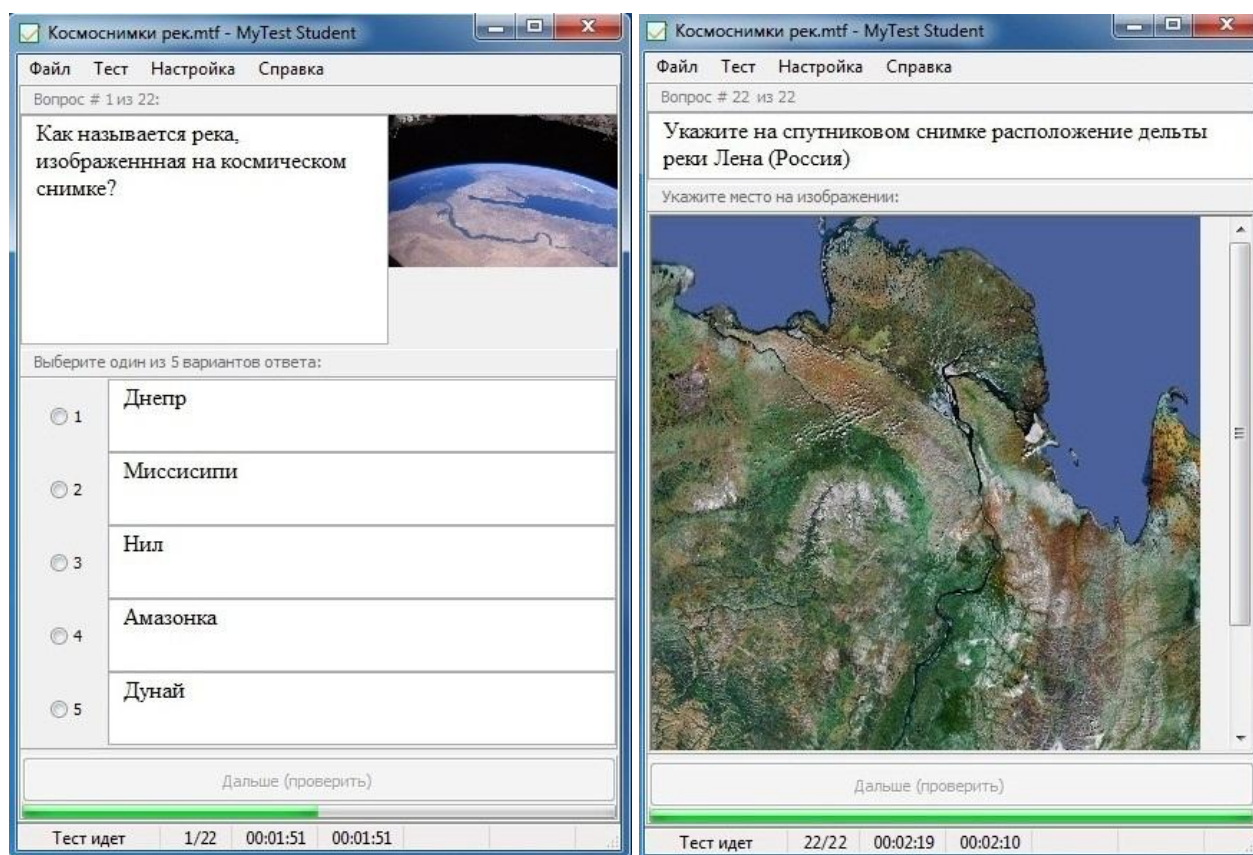


Рис. 3.3. Вікна програми MyTest з різними типами питань по темі «Річки», в яких використані супутникові знімки.

Враховуючи простоту програми, будь-який вчитель з базовою інформаційною підготовкою може самостійно розробити тести до уроків із залученням даних ДЗЗ. У електронному додатку до навчального посібника наведені приклади таких тестів, а також методичні розробки по створенню тестів. Там же знаходиться адреса, за якою автори програми люб'язно надають можливість безкоштовно скачати в мережі Інтернет програму для некомерційного використання.

При розробці комп'ютерних тестових завдань з використанням даних ДЗЗ слід врахувати кілька зауважень:

- тестові питання і засоби їх візуалізації у вигляді аерокосмічних знімків повинні мати строгий смисловий взаємозв'язок;
- знімки мають бути високої якості та дозволу;
- тестові питання і аерокосмічні знімки, а також варіанти відповідей на них повинні бути чіткими і зрозумілими за змістом;
- кількість питань в тесті повинна забезпечувати охоплення всього засвоєного матеріалу;
- враховуючи той факт, що при відповіді на питання тесту учні значний час витрачають на вивчення знімків, це необхідно компенсувати при проведенні обліку часу.

Взагалі, методика використання аерокосмічних знімків, як засобу візуалізації географічної інформації багато в чому аналогічна методиці роботи з такими графічними наочними засобами, як картини і фотографії [14,43]. Відзначимо лише основні вимоги, які необхідно врахувати при використанні знімків в якості образотворчих наочних засобів:

- інформаційне наповнення аерокосмічних знімків повинно бути точно погоджене зі змістом матеріалу, що викладається і продемонстровано у відповідний момент уроку;
- наочність знімків повинна використовуватися в міру з розумним дозуванням переданої інформації;
- якісне оформлення знімків, що забезпечує його зорове сприйняття;
- підбір даних ДЗЗ в курсах географії необхідно організовувати за принципом «від простого – до складного»;
- об'єкти чи явища, зображені на знімках повинні мати географічну прив'язку; - інформація, передана знімками, не повинна руйнувати цілісність уроку;
- вчитель зобов'язаний детально продумувати пояснення, що даються в ході демонстрації аерокосмічних знімків.

Рамки уроку не завжди дозволяють використовувати всі можливості, які відкриваються перед учителем географії у навчанні та вихованні школярів на основі застосування аерокосмічної фотоінформації. Тому цілком виправдано більш глибоке вивчення даних ДЗЗ на гурткових і факультативних заняттях.

Окремо слід зупинитися на використанні космічних знімків для створення навчальних відеофрагментів, що дозволяють показати зміни в досліджуваних об'єктах і явищах у часі та просторі. Відеофільми, як наочні засоби, викликають в учнів великий інтерес, дозволяють не тільки створити уявлення, а й розкрити сутність явищ, а отже, міцно запам'ятати їх. Враховуючи той факт, що супутники здійснюють моніторинг території Землі протягом вже кількох десятків років, це дозволяє об'єднати різночасні знімки в один відеофрагмент, на якому завдяки відеомонтажу можна показати географічні процеси, які реально протікають від декількох годин (або днів) до десятків років, протягом декількох секунд. Завдяки цьому, учні наяву можуть побачити переміщення повітряних мас, формування циклонів, територіальні зміни в розміщенні природних (Аральське море) і антропогенних об'єктів (кар'єри). У електронному додатку до навчального посібника у папці **Відео** наведені приклади таких відеороликів.

Слід мати на увазі, що знайти такі навчальні відеофільми досить складно. У цьому зв'язку, вчитель повинен вміти самостійно об'єднати динамічні зображення в відеофрагмент, тим більше що це досить просто. Маючи базові знання з інформатики, і використовуючи відеоредактори, будь-який педагог може легко вирішити цю задачу.

В даний час є величезна кількість подібних програм: від найпростіших до професійних. У стандартний пакет **Windows** входить досить простий відеоредактор **Windows Movie Maker**. Для створення за його допомогою відеофрагменту необхідно виконати наступні операції:

1. Послідовно перетягніть супутникові знімки в полі **Сборники*** програми.
2. З поля **Сборники** перетягніть ескізи знімків на шкалу часу, що знаходиться

*враховуючи те, що програми російськомовні, команди надані мовою оригіналу

нижче (рис. 3.4). На шкалі знімки повинні бути розташовані по наростанню дати зйомки.

3. За замовчуванням, час демонстрації кожного знімка 5 секунд. Для зменшення часу, встановіть курсор на межі між знімками і натиснувши на ліву кнопку миші, перетягніть межу ліворуч. Час демонстрації лівого знімка зменшиться пропорційно переносу межі. Проробіть аналогічну операцію з усіма знімками.

4. Збережіть створений відеофрагмент, виконавши наступну послідовність команд: **Файл - Сохранить файл фильма - <шлях до файлу>**. Відео готове до демонстрації.

Космічні знімки, які відображають динамічні процеси або явища, що використовуються для створення відеофільмів повинні відповідати наступним вимогам:

- зйомка всіх фрагментів повинна здійснюватися з однієї і тієї ж точки (строго певне положення супутника на орбіті)
- всі знімки повинні бути в одному масштабі;
- зйомки повинні здійснюватися приблизно при одному положенні сонця (один часовий інтервал).

Використовувати відеофрагменти рекомендується як один з компонентів комп'ютерної презентації. При цьому слід мати на увазі, що висока інформаційна ємність відео матеріалу не повинна йти на шкоду сприйняттю і засвоєнню учнями іншої навчальної інформації.

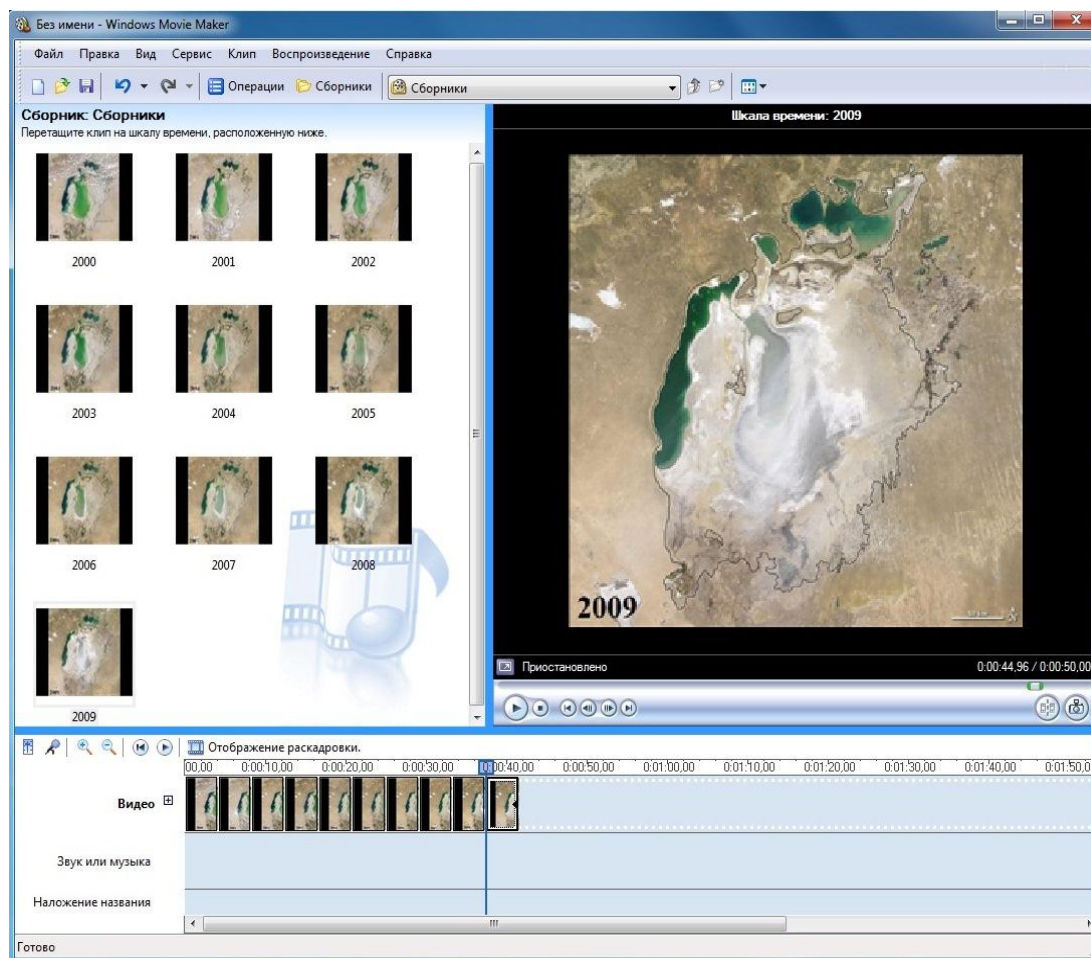


Рис. 3.4. Вікно програми *Windows Movie Maker* із завантаженими космічними знімками Аральського моря

Запитання для самоконтролю

1. Які етапи можна виділити у процесі візуального формування географічних уявлень засобами ДЗЗ?
2. У загальних рисах охарактеризуйте способи подання даних ДЗЗ на уроках географії в якості образотворчих наочних засобів.
3. Наведіть приклади інформаційного навантаження аерокосмічних знімків в навчальній програмі середньої школи України з географії.
4. Розкрийте мету застосування аерокосмічних знімків, як образотворчих наочних засобів, на різних етапах уроку.
5. Які основні вимоги необхідно врахувати при використанні знімків у якості образотворчих наочних засобів?

3.4. Дані ДЗЗ, як основа ігрових технологій в освіті

Ігрові технології набули великої популярності в сучасній практиці вчення географії. На відміну від традиційних педагогічних методів, в процесі гри школярі не лише отримують знання, але і отримують позитивні емоції, які сприяють кращому засвоєнню матеріалу, що вивчається.

На відміну від традиційних ігор, педагогічні ігри володіють істотною ознакою – чітко поставленою метою навчання і відповідним їй педагогічним результатом. Ігрова форма занять створюється за допомогою ігрових прийомів і ситуацій, які дозволяють активізувати пізнавальну діяльність учнів. Теоретичні та методичні аспекти використання ігрової технології на уроках географії викладені в спеціальній літературі [11,36].

Враховуючи той факт, що основним результатом дистанційного зондування Землі є аерокосмічні знімки, то цілком зрозуміло, що саме зображення об'єктів повинно слугувати основою для створення різного роду географічних ігор.

Географічні ігри за технологією конструювання і ігровою методикою діляться на *імітаційні* і *неімітаційні* (рис. 3.5). Неімітаційні, відповідно, можна розділити на *настільні* і *комп'ютерні*.

До імітаційних відносяться ігри, що моделюють який-небудь процес, або імітують яку-небудь реальність. Одним з найбільш поширених видів географічних імітаційних ігор є *ігри-подорожі*. Вони створюються учнями в уявних умовах, при цьому завдання педагога забезпечити максимальну достовірність віртуальних подорожей. Таку можливість забезпечують аерокосмічні знімки Землі і інтерактивні георесурси, що базуються на супутникових знімках високого і надвисокого дозволу, забезпечують це.

Ігри–подорожі можна назвати практичною діяльністю уяви, а результатом теоретичної діяльності уяви є проект віртуальної подорожі. Відбувається поєднання ігрової, навчальної і трудової видів діяльності. При цьому якість гри істотно залежить від рівня передпідготовки учнів, які повинні на основі вивчення підручників, довідників, даних ДЗЗ уміти дати образну характеристику процесів і явищ на виділених територіях.

Як приклад* можна запропонувати розробку навчальної гри для 9-го класу "*Морська подорож по Чорному морю (з Керчі до Євпаторії)*".

* – в даному і наступних прикладах, наводиться короткий опис ходу заняття

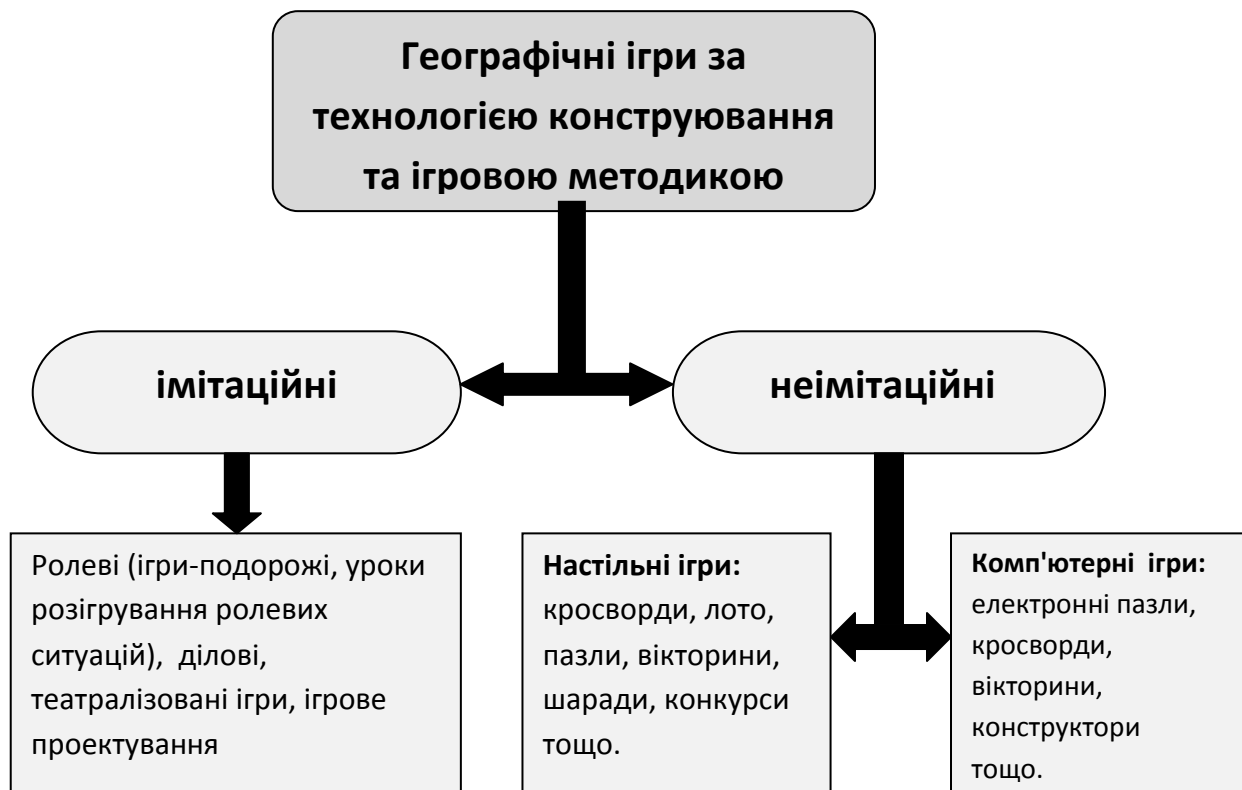


Рис. 3.5. Класифікація географічних ігор за технологією конструювання і ігровою методикою

Морська подорож по Чорному морю (з Керчі до Євпаторії) . 9 клас.

Мета: Отримати знання про Кримський півострів та українську частину Чорного моря, вивчивши природно-ресурсну базу, розміщення населення і господарства на побережжі, дослідити проблеми економіки і екології регіонів.

Форма уроку: гра-подорож.

Обладнання: комп'ютер, підключений до мережі Інтернет, екран, мультимедійний проектор, електронні презентації головних міст-портів Чорного моря.

Організаційний момент: Учні діляться на 5 команд. Кожна команда отримує своє випереджаюче завдання: підготувати електронну презентацію одного з міст-портів української частини Чорного моря: Керч, Феодосія, Ялта, Севастополь, Євпаторія.

Хід уроку:

Вчитель за допомогою комп'ютера, підключеного до мережі Інтернет, входить в георесурс **Google Earth** і відкриває супутникову карту Кримського півострова. Зображення проектується на екран. На супутниковій карті відображується маршрут віртуальної морської подорожі (рис. 3.6).

Кожна з команд за допомогою презентації дає характеристику одному з портових міст в порядку, відповідному маршруту подорожі. У ході доповіді розкриваються наступні характеристики міста і прилеглих до нього районів:

- природно-ресурсний потенціал;
- коротка економічна характеристика;
- рекреаційні ресурси;
- економічні, соціальні та екологічні проблеми.

У доповіді учні повинні максимально використовувати супутникові знімки різного масштабу як його ілюстраційний супровід (рис. 3.7). При переміщенні від одного портового міста до іншого, вчитель розповідає про основні природні і антропогенні об'єкти, розташовані між відповідними портами, які можна спостерігати дотримуючись маршруту. Свою розповідь, педагог супроводжує супутниковими знімками і геоприв'язаними фотографіями місцевості з веб-сайту **Panoramio**, круговими панорамними знімками і відеороликами **YouTube**, інтегрованими з супутниковими картами геосервісу **Google Earth**.

Для зручності, на супутниковій карті об'єкти необхідно завчасно помітити мітками. Така візуалізація усної доповіді забезпечує високу достовірність віртуального морського маршруту.

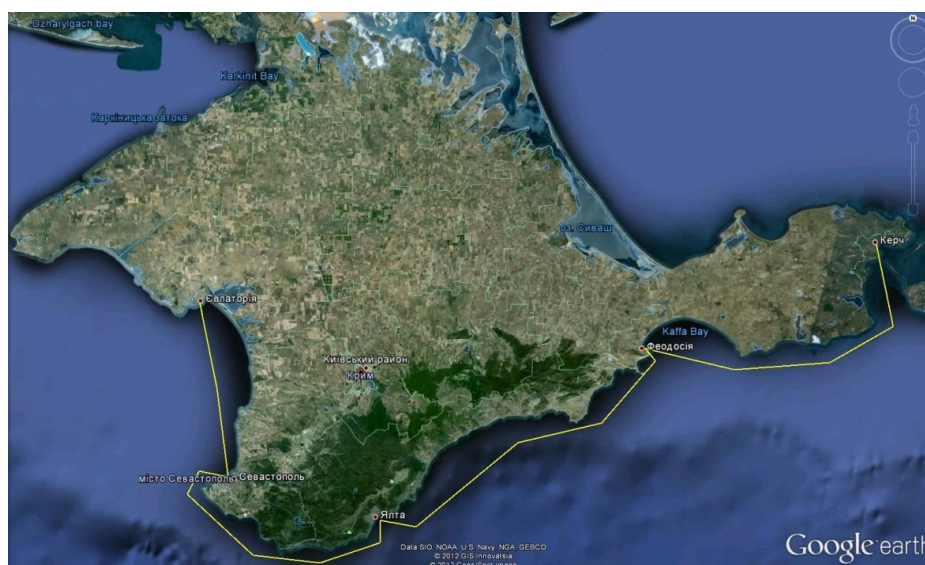


Рис. 3.6. Супутникова карта Кримського півострова з маршрутом віртуальної морської подорожі (отримано за допомогою георесурсу Google Earth)

В кінці гри-подорожі підводиться підсумок і журі оцінює доповіді команд. Обговорення результатів гри має особливе значення в технології імітаційних ігор. У ході завершального ретроспективного обговорення, вчитель разом з учнями аналізує хід і результати гри, співвідношення ігрової (імітаційною) моделі і реальності, а також хід навчально-ігрової взаємодії.

Неімітаційні ігри відносяться головним чином до наочної категорії (настільні ігри) і комп'ютерних технологій (комп'ютерні ігри). Це: кросворди, ребуси, пазли, географічне лото, комп'ютерні ігри тощо. Межа між настільними і комп'ютерними іграми досить умовна. Це визначається головним чином відмінністю в механізмі їх реалізації. Так, наприклад, кросворд в паперовому варіанті є настільною грою, а у вигляді програмного продукту – комп'ютерною грою.

Однією з особливостей неімітаційних ігор є цікавість і присутність елементу змагання, тому учні із задоволенням беруть у них участь. Вони розвивають такі якості особи як спостережливість, кмітливість, спритність, швидкість реакції, слугують джерелом розвитку творчого мислення у школярів. У них закріплюються вміння застосовувати наявні знання, залучати необхідні знання з довідкової, науково-популярної літератури та інші додаткові джерела знань.

Надзвичайно важливо, щоб учні працювали не тільки з готовими іграми, а й самостійно їх створювали. При цьому головним стає не технологія складання самої

гри, а вміння використовувати при її складанні текст підручника, географічну карту, довідкову та науково-популярну літературу, вміння грамотно сформулювати питання або завдання. Вчителю необхідно не тільки підтримувати прагнення учнів до самостійного складання ігор, але й бути і організатором такого процесу.

Враховуючи образотворчі функції аерокосмічних знімків, найбільш прийнятними видами настільних ігор слід визнати географічні кросворди, пазли, лото. Наведемо приклади таких ігор.

Кросворд – це завдання-головоломка, її суть у заповненні пересічних рядів клітин словами, розгадувати по списку визначення змісту цих слів. Основна функція цієї гри – розвиток пам'яті, уяви та інтелекту, орієнтування в поняттях і визначеннях географічних об'єктів. Кросворди відрізняються за формою і розташуванням клітин. Чим більше клітин і різноманітніша форма, тим складніше складання кросворду і тим цікавіше його розгадування.

Географічні кросворди, в яких активно використовуються дані ДЗЗ, практично не зустрічаються. Тому завдання вчителя вміння самостійно їх розробляти. При цьому слід відзначити специфіку кросвордів, що базуються на даних дистанційного зондування Землі. По-перше, питання кросвордів повинні супроводжуватися зображеннями аерокосмічних знімків різного масштабу. При цьому дозвіл і масштаб знімка повинні відповідати змісту питання. По-друге, об'єкти або процеси, зображені на знімку є джерелом питання, і повинні мати яскраво виражені прямі візуальні ознаки дешифрування, не допускати двоякого тлумачення. У третіх, зміст питання повинен відповідати рівню підготовки учня. У четвертих, допускаються різні способи відображення знімків, від фотографій на аркуші паперу, до моніторів комп'ютерів та інтерактивних дощок.

Існує досить багато способів створення кросвордів: від ручного – на аркуші паперу, до комп'ютерного – з використанням спеціальних програм. Інформатизація суспільства сьогодні відкидає ручні методи створення кросвордів, тому коротко розглянемо методи складання кросворду за допомогою комп'ютера.

Найпростішим способом є створення кросворду в **Microsoft Word**. Враховуючи той факт, що даний текстовий редактор є вкрай популярним серед користувачів, а також великі можливості графічних функцій програми, цей спосіб слід визнати найбільш доступним. Суть його полягає в наступному:

- сітка таблиці створюється табличним способом, при цьому межі непотрібних осередків стирають за допомогою функції **Ластик**;
- номери питань записуються поруч з відповідними клітинками;
- завдання кросворду розташовують під його тілом, а зображення вставляють, використовуючи функцію **Вставка – Рисунок**.

Приклад такого кросворду наведено на рисунку 3.8. Незважаючи на простоту реалізації даного способу створення кросвордів, його застосування обмежується неефективним використанням в електронному вигляді, оскільки створюється в основному для роботи на папері.

Другим способом створення кросвордів є використання графічного редактора **Microsoft Paint**. Цей спосіб також відрізняється простотою, хоча з іншого боку, це обмежує його застосування в навчальному процесі. Основні прийоми створення кросворду даним способом зводяться до наступного:

- сітка формується за допомогою функції малювання **Фигури**, головним чином, **Прямоугольник** і **Линия**;



Керчь

Феодосія

Коктебель



Коктебель

Судак

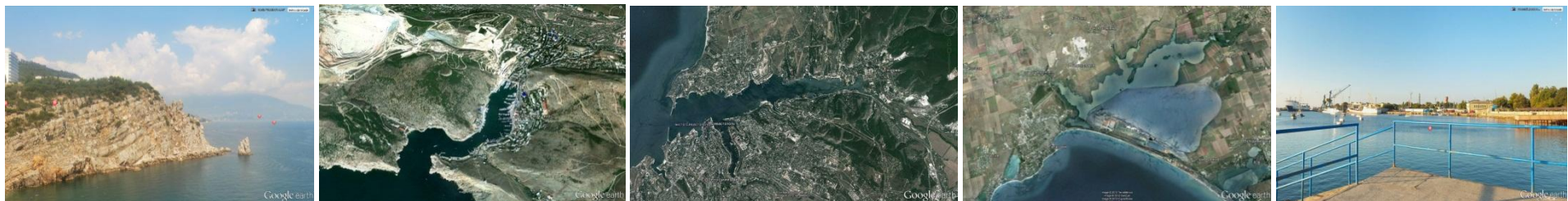
Алушта



Партеніт

Гурзуф

Ялта



Гаспра

Севастополь

Евпаторія

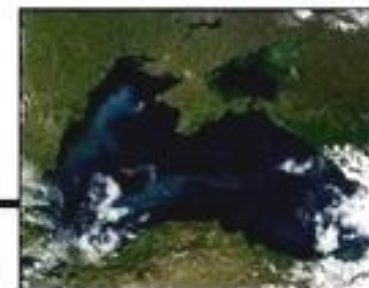
Рис. 3.7. Віртуальна морська подорож за маршрутом Керч–Євпаторія (отримано за допомогою георесурсу Google Earth)



1. Промисловий об'єкт, зображений на знімку



2. Знімки, які найбільш достовірно відображають кулястість Землі



3. Назва моря, зображеного на знімку



4. Назва рукотворного острова, зображеного на знімку



5. Географічний об'єкт, зображений на знімку

Рис. 3.8. Географічний кросворд, створений на базі даних ДЗЗ

- номери та завдання до кросворду вводяться, використовуючи команди **Инструменты – Текст**;

- аерокосмічні знімки вводяться за допомогою команди **Вставить** (з буфера обміну) або **Вставить из** (з файлу).

Сьогодні більшість педагогів володіють програмою **Microsoft PowerPoint** для створення презентацій. Однак, потенціал цієї програми набагато ширший. З її допомогою можна створювати інтерактивні карти, комп'ютерні ігри, у тому числі, і кросворди. Суть способу в наступному:

- сітка таблиці створюється табличним способом, при цьому межі непотрібних осередків стирають за допомогою функції *Ластик*;

- номери питань вставляються безпосередньо в клітинки;

- завдання до кросворду рекомендується розташовувати поруч з тілом кросворду, а аерокосмічні знімки краще розміщувати на окремому слайді, пов'язавши за допомогою гіперпосилання з питанням.

Основною умовою застосування даного способу створення кросвордів є наявність комп'ютера, бажано підключеного до мультимедійного проектора або інтерактивної дошки. Це істотно розширює можливості використання його в навчальних цілях.

Сьогодні відома велика кількість програм-конструкторів кросвордів (**Кросворди, Decalion, Klest-krossword** та ін.) Незважаючи на наявні відмінності, ці програми мають цілу низку спільних ознак, а саме:

- автоматизоване або ручне проектування сітки кросворду;

- використання власних словників при пошуку завдань;

- робота в двох режимах: «*Редактирование*» та «*Отгадывание*»;

- перевірка правильності відгадування кросворда.

Створення кросвордів за допомогою цих програм істотно спрощують не тільки їх конструювання, але й використання в навчальному процесі. Однак, є один недолік, що значно обмежує їх застосування: неможливість вставити в завдання кросворда графічні об'єкти, зокрема аерокосмічні знімки. У цьому зв'язку, дані програми можна застосовувати лише для створення кросвордів з питаннями у вигляді текстів.

Пазли – гра-головоломка, в якій потрібно скласти мозаїку з безлічі фрагментів малюнка різної форми. На думку методистів, збирання пазлів сприяє розвитку інтелекту учнів відразу в декількох напрямках. Так збираючи зображення з фрагментів, школярі навчаються логічно мислити, розвивають уяву і просторове сприйняття, тренують пам'ять. Крім того, при складанні пазлів учень занурюється в досліджувану тему, згадуючи навчальний матеріал не тільки в образі друкованого тексту, але й візуальних об'єктів, які він повинен реконструювати.

Техніка створення пазлів проста: на картон наклеюється зображення (в даному випадку аерокосмічний знімок), яке розрізається ножицями на окремі деталі. Кількість деталей і їх форма визначаються віком учнів: чим вони старші, тим більшим і складніше конфігурація фрагментів зображення. На рис. 3.9 представлений приклад простого пазла для учнів 5-6 класів, який являє собою зображення Землі, отримане з геостационарного супутника. Складаючи такий пазл, учень із задоволенням, без примусу не тільки підбирає конфігурацію його

фрагментів, але й становить візуальний образ додатка зображення, що є кращою формою предметно-практичної діяльності.

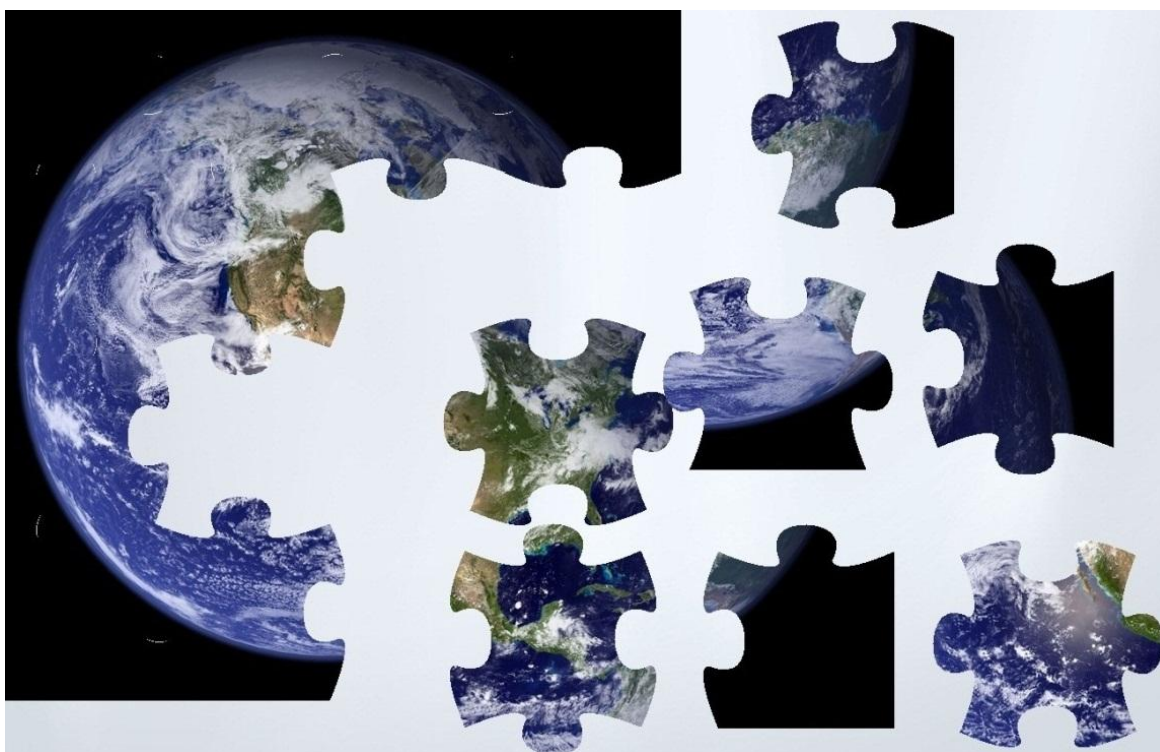


Рис. 3.9. Приклад освітнього пазла, в основі якого космічний знімок Землі

Сучасні інформаційні технології забезпечують більш досконалу форму представлення пазлів – електронну. Сьогодні є достатня кількість безкоштовних програм (**Jigsaw Puzzle Lite**, **Пазли 2,0 Київ** та ін), що дозволяють вчителю легко і просто створювати пазли на будь-яку тематику. Необхідно лише вставити (скопіювати) у спеціальну папку конструктора пазлів файли із зображеннями, які будуть використані при складанні пазлів. Більшість програм дозволяють задавати не тільки кількість елементів і їх конфігурацію, але й допускають можливість повороту пазлів (рис. 3.10). У цьому зв'язку розгадування електронних пазлів привертає увагу не тільки в учнів молодших класів, але й у старшокласників.

Географічне лото – це різновид настільної гри з використанням карток, розбитих на сектори, на яких нанесені географічні зображення, назви об'єктів або терміни. Сенс гри в тому, що гравці повинні закрити сектори картки спеціальними фішками, на яких є відповідні за змістовим значенням питання (текстові або графічні). Виграє той гравець, який раніше закrije свою картку. Лото дозволяє в ігровій формі перевірити пройдений матеріал цілої групи учнів, узагальнити і систематизувати їх знання. Крім того лото сприяє розвитку уваги та пам'яті, тренує у встановленні причинно-наслідкових зв'язків.

Як приклад нижче наведена розробка уроку із застосуванням географічного лото, що базується на аерокосмічних знімках Землі.

Урок узагальнення та систематизації знань, умінь та навичок учнів, розділи "Океани" і "Материки", курс "Географія материків і океанів". 7 клас.

Мета і завдання уроку:

1. Повторити, узагальнити і систематизувати знання учнів за розділами «Океани» і «Материки».

2. Поглибити та поширити знання про морфологічні особливості материків і океанів, а також основних географічних елементів, що їх складають.

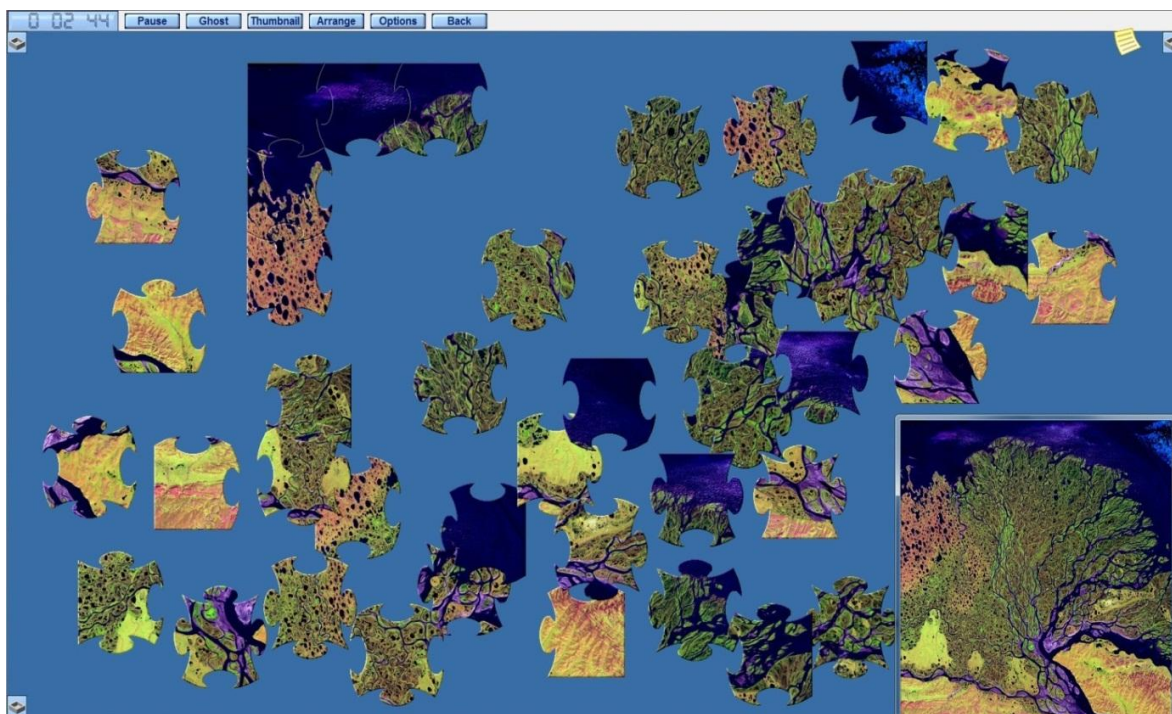


Рис. 3.10. Вікно конструктора пазлів *Jigsaw Puzzle Lite*, з супутниковим мультиспектральним знімком дельти річки Лена (Росія) в основі.

3. Розвивати просторову уяву, візуальне сприйняття об'єктів і логічне мислення.
4. Активізувати пізнавальну діяльність вивчення та закріплення вивченого матеріалу.

5. Розвивати інтерес в учнів до нових методів і технологій у вивченні географії.

Обладнання: фізична карта світу; роздатковий матеріал "Географічне лото "Земля з космосу".

Хід уроку:

1. Учні розбиваються на групи і знайомляться з правилами гри.
2. Кожна група отримує картку (або декілька карток залежно від числа учасників), на якій в кожному з секторів зазначені назви материків і елементів, що їх складають (зразок на рис. 3.11).

3. Учитель демонструє в довільному порядку космічні знімки різних ділянок земної поверхні. Рекомендується демонстрація знімків на екран за допомогою мультимедійного проектора.

4. Учні розглядають знімок і за візуальними дешифрувальними ознаками визначають географічний об'єкт. Відповідь має бути аргументованою та обґрунтованою.

5. Якщо першими відповіли учні з групи, на картці яких є назва даного об'єкта, то їм видається жетон із зменшеним зображенням, яким закривається відповідний сектор на картці (зразки жетонів на рис. 3.12).

6. Якщо ж першими відповіли учні, у яких на картці немає даного об'єкта, то їм видається призовий жетон, яким вони можуть закрити будь-яке вікно на своїй картці.

7. У разі невірної відповіді, група учнів отримує жовту картку, яка не дає їм права на участь в обговоренні наступного супутникового знімка. Друга і наступні жовті картки позбавляють права голосу на обговорення наступних двох знімків.

8. Перемагає та група, яка швидше за всіх закриє свою картку.

9. На закінчення уроку вчитель підводить підсумок і заохочує переможців.

У електронному додатку до навчального посібника є зразки карток і жетонів географічного лото «**Земля з космосу**» в авторському виконанні. Крім того, кожен охочий може розробити і виготовити лото самостійно. Найбільш простим способом є використання текстового редактора **Microsoft Word**. Суть способу полягає в наступному:

- вікна картки створюються табличним способом, задавши при цьому необхідну кількість вікон по горизонталі і вертикалі (у нашому прикладі 3x2);

- у кожне з вікон вписуються назви материків і географічних об'єктів, що їх складають;

- за даною методикою створюється кожна індивідуальна картка.

Жетони з космічними знімками об'єктів виготовляються за допомогою будь-якого графічного редактора. Усі елементи лото роздруковуються на кольоровому принтері, наклеюються на картон і вирізаються за допомогою ножиць. Для збільшення довговічності карток і жетонів, рекомендується їх ламінація.

Залучення інформаційних технологій дозволяє удосконалити ігровий і освітній потенціал географічного лото. Так з використанням програми **Microsoft PowerPoint** можна створити електронну версію інтерактивного географічного лото (рис. 3.13).

Картка №1

Антарктида	Аляска	Острів Гренландія
Озеро Байкал	Скандинав- ський п-ов	Чорне море

Рис. 3.11. Приклад картки географічного лото "Земля з космосу"



Рис. 3.12. Приклад жетонів географічного лото "Земля з космосу".

Механізм реалізації цієї ідеї полягає в наступному:

- табличним способом створюється структура вікон картки, при цьому задається необхідна кількість вікон по горизонталі і вертикалі (у нашому прикладі 3 x 2);

- в кожне з вікон вписуються назви географічних об'єктів;
- використовуючи команду **Вставка – Рисунок – <шлях до файлу>**, навколо образу картки виставляються фрагменти супутникових знімків, відповідні назвам географічних об'єктів, вписаних у вікна картки;

- слід порівняти розміри вікон картки з розмірами фрагментів супутникових знімків;

- для всіх зображень слід виставити функцію **На передній план**;
- задати анімацію використовуючи функцію **Пути перемещения**, пов'язавши знімки з відповідними за назвами вікнами;
- задати тригер для кожного космічного знімка;
- створити титульний слайд з інструкцією і для зручності роботи з програмою, встановити керуючі кнопки, які за допомогою гіперпосилань забезпечують переходи на потрібні інформаційні рівні;

- для кожної картки лото необхідно створювати окремий файл з назвою під номером картки.

Робота з інтерактивним лото загалом подібна роботі з настільною версією, хоча є і деякі відмінності:

- для проведення занять бажано використовувати комп'ютерний клас, оскільки кожен учень (або група) повинні розташовуватися за окремим комп'ютером;
- вчитель вказує назву об'єктів, а не їх зображення ;
- вікна закриваються тільки на картках, на яких знаходиться відповідний об'єкт;
- якщо учні, що грають, неправильно визначили зображення названого вчителем географічного об'єкта, кликнув на невірному знімку, то даний знімок автоматично займе вікно з відповідною йому назвою. Як результат, картка вибуває з гри. Враховуючи це, інтерактивне лото можна рекомендувати для самоконтролю знань учням.

Все активніше в освітньому процесі використовуються комп'ютерні ігри. У педагогічній літературі [9,26] виділяють наступні особливості і методичні гідності використання комп'ютерних ігор в процесі навчання:

- інтерактивні комп'ютерні ігри дозволяють зосередити і використовувати на одному навчальному місці образотворчі засоби різної природи і виразності (текст,

малюнки, звук, зображення), вибрати їх відповідно до змісту досліджуваного предмета і законами психологічного впливу та сприйняття;

- дозволяють забезпечити оптимальне функціонування зворотного зв'язку «учень – викладач», оперативно одержувати інформацію про результати навчальної роботи і своєчасно коригувати процес навчання;

- дозволяють здійснювати пошук оптимального поєднання в навчальному процесі традиційних навчальних матеріалів (підручники, збірники вправ і задач, дидактичні ігри з інформацією на паперових носіях) з їх інтерактивними інформаційними доповненнями;

- дозволяють управляти процесом активного навчання, якісної і кількісної діагностики знань.



Рис. 3.13. Ігрова картка електронне лото "Супутникові знімки Землі"

Взагалі, комп'ютерні ігри в освітньому процесі являють собою різновид дидактичних ігор, у яких комп'ютер виконує роль ведучого або партнера по грі, а ігрове поле і виникаючі ігрові ситуації відтворюються на екрані монітора. Використання комп'ютера на уроці дозволяє зробити процес навчання мобільним, індивідуальним і диференційованим. Комп'ютер слугує засобом для розвитку учня, для формування у нього якісно нових практичних знань і умінь. При цьому комп'ютерні ігри не замінюють, а доповнюють усі традиційні форми ігор і занять.

Існують різні види освітніх комп'ютерних ігор. На прикладах, наведених вище, ми ознайомилися з технологіями використання комп'ютерів при створенні інтерактивних кросвордів, пазлів і лото, які можна ефективно використовувати в шкільних курсах географії. Крім того, в Інтернеті можна зустріти низку простих ігор для розвитку інтересу до географії («*Географический тетрис*», «*Дракоша и занимательная география*», «*География для умников*» та ін.) Аналіз цих ігор показує, що на сучасному ринку електронних продуктів немає спеціальних ігор із залученням даних ДЗЗ, які можна було б використовувати для навчального процесу. У цьому зв'язку виникає потреба в розробці відносно нескладних комп'ютерних ігор,

використовуючи доступні і досить потужні електронні програми-інструментарії, як наприклад **Microsoft PowerPoint**. Дана програма володіє всіма функціональними можливостями, необхідними для створення простих інтерактивних освітніх ігор.

Як приклад можна навести авторську гру «*Супутникова карта світу*». Сенс гри в перевірці у школярів знань про розташування географічних об'єктів на супутниковій карті світу. При запуску програми відкривається вікно з супутниковою картою світу і питанням, який об'єкт необхідно вказати на карті. Якщо курсором правильно позначено місцезнаходження об'єкта, то з'являється його супутниковий знімок з пропозицією отримати нове питання. Якщо ж допущена помилка, то з'являється інформація про це і пропонується повторити пошук на супутниковій карті. Кількість об'єктів для пошуку не обмежена і визначається обсягом вкладених в програму зображень. Складність завдань зростає в міру переходу на більш високі ігрові рівні.

Алгоритм гри представлений на рис. 3. 14. Принцип створення полягає в наступному:

1. За допомогою команд **Создать слайд** і **Вставка – Рисунок** помістити в програму супутникові знімки, починаючи з карти світу і закінчуючи знімками об'єктів, пошук яких необхідно буде здійснювати (рис. 3.15).

2. На слайд супутникової карти світу накладається текст питання, а область розташування об'єкта пошуку слід виділити за допомогою інструменту **Полилиния** команди **Фигури**.

3. Щоб приховати візуалізації виділеної області у вікні **Формат фігури** встановлюється 100% прозорості для заливки і кольору лінії.

4. Використовуючи функцію **Гиперссылка**, встановити перехід на слайд із супутниковим знімком об'єкта пошуку, якщо курсор миші всередині виділеної області, і на слайд з текстовою інформацією про помилку – якщо клік лівої кнопки миші при положенні курсору поза цією областю.

5. Для зручності роботи, за допомогою кнопок забезпечити можливість переходу на інші рівні функціонування гри («**Нове запитання**», «**Повторити питання**» та ін.).

6. Кожне нове питання повторює цикл програми, описаний вище.

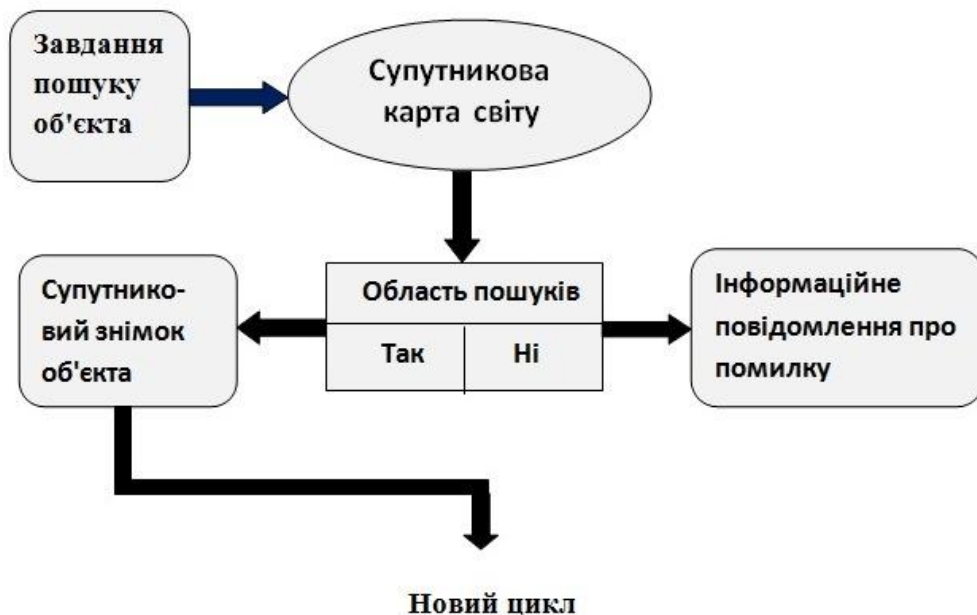


Рис.3.14. Блок-схема алгоритму комп'ютерної гри "Супутникова карта світу".

Як приклад, наведемо фрагмент уроку із застосуванням комп'ютерної інтерактивної гри "Супутникова карта світу". Урок узагальнення та систематизації знань, умінь та навичок учнів, розділи "Океани" і "Материки", курс "Географія материків і океанів". 7 клас.

Мета і завдання уроку:

1. Перевірити, повторити і систематизувати знання учнів за розділами «Океани» і «Материки».
2. Сформувати вміння працювати з супутниковими знімками, як інформаційним матеріалом.

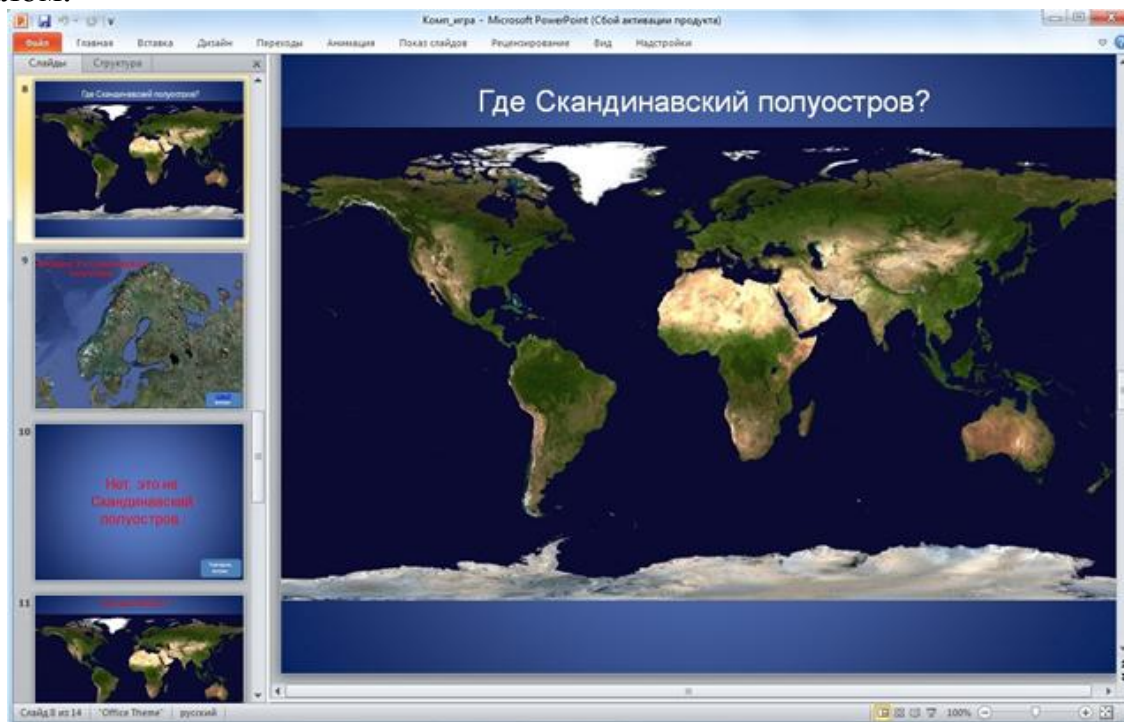


Рис. 3.15. Вікно програми *Microsoft PowerPoint* з елементами комп'ютерної гри "Супутникова карта світу".

3. Розвивати комунікативну компетенцію, як якості, що формують особистості учнів.
4. Розвивати інтерес в учнів до нових методів і технологій при вивченні географії.
5. Формувати дослідницькі вміння, навчити приймати обґрунтовані, оптимальні рішення.

Обладнання: комп'ютер, підключений до мультимедійного проектору; комп'ютерна інтерактивна гра "Супутниковий знімок світу".

Хід уроку:

1. Урок починається з вступного слова вчителя у вигляді розповіді з поясненнями. Дається поняття про супутникові знімки, головні принципи їх візуального дешифрування та описуються правила гри.
2. За комп'ютер викликається учень, який приступає до гри. Отримавши питання, школяр логічно обґрунтовує свою відповідь і вводить його в комп'ютер.
3. Якщо відповідь правильна, вчитель доповнює і коригує міркування гравця. При неправильній відповіді, вчитель шукає в класі учнів, які можуть дати і обґрунтувати правильну відповідь.

4. Після кількох запитань учитель змінює гравця.

5. Після роботи з комп'ютерною програмою, вчитель підводить підсумки, оцінює знання учнів. Учням дається домашнє завдання самостійно зіграти в цю гру.

Надзвичайно важливо, щоб зміст аерокосмічних знімків та методика використовуваних ігрових технологій враховували рівень підготовки школярів і відповідали змісту досліджуваної теми. У таблиці 3.4 наведено рекомендовані щодо застосування різних видів ігрових технологій, які базуються на використанні даних ДЗЗ в шкільних курсах "Природознавство" і "Географія".

Аналіз таблиці показує наступне:

1. Імітаційні ігри найкраще застосовувати в старших класах, коли у школярів розвивається творча уява, що сприяє самостійному створенню нових образів, які реалізуються в оригінальних продуктах діяльності.

2. У настільні та комп'ютерні ігри люблять грати, насамперед, учні 5-8 класів, тому їх використання рекомендується при вивченні початкових курсів шкільної географії. При цьому не слід відкидати їх застосування і в старших класах, однак при цьому характер і інформаційний зміст ігор повинні істотно бути спрямовані в інтелектуальну сторону (кросворди, інтерактивні комп'ютерні вікторини та ін.).

Таблиця 3.4.

Рекомендоване застосування різних видів ігрових технологій, що базуються на використанні даних ДЗЗ у шкільних курсах "Природознавство" і "Географія"

Найменування курсу	Імітац. ігри	Крос-ворди	Пазли	Лото	Комп. ігри
Природознавство	о	о	+++	++	+
Загальна географія	+	+	+++	+++	++
Географія материків та океанів	++	++	++	+++	+++
Фізична географія України	+++	+++	+	++	+++
Ек. и соц. географія України	+++	+++	о	+	++
Соц.-екон. географія світу	+++	+++	о	о	+

о – не рекомендується застосування; + – рекомендується обмежене застосування;
++ – рекомендується застосування; +++ – рекомендується широке застосування

Проведення ігор вимагає від учителя терпіння і вмілого керівництва. Не можна відразу пропонувати складні ігри, треба починати з більш легких зі знайомим змістом, щоб учні пізнавали суть гри на відомому навчальному матеріалі. Наприклад, пропонуючи школярам грати в географічне лото "Супутникова карта світу", спочатку необхідно запропонувати для гри картки з об'єктами, що мають найбільш яскраві візуальні дешифрувальні ознаки. У міру того, як учні з'ясують правила гри, можна вводити картки з більш складними ознаками. Таким чином, поєднання відомого і невідомого в ігровій ситуації – ще одна з особливостей організації настільних ігор.

Ігри, що базуються на даних ДЗЗ можна використовувати в різних формах організації навчання: класно-урочні (уроки різних типів, семінари, практичні і лабораторні роботи) і позаурочні (факультативи, самостійна і гурткова роботи, олімпіади та конференції). Однак, якщо основною формою реалізації імітаційних ігор є позаурочна робота, то неімітаційні ігри відносяться до дидактичних ігор, які з

однаковим успіхом можна застосовувати як на самому уроці, так і при проведенні всіх видів позаурочної роботи.

Застосування ігор на уроках може бути вкрай різноманітним. Їх можна організувати і на початку уроку для активізації уваги учнів при вивченні нового матеріалу, і в кінці для закріплення вивченого і зняття напруги. Пізнавальні ігри бажано включати в навчальний процес під час повторення та узагальнення деяких пройдених тем у кінці навчального року, коли втрачається інтерес до навчання. Дуже важливо, щоб учні самі підключалися до складання кросвордів, вікторин, пазлів тощо.

Запитання для самоконтролю

- 1. Які типи географічних ігор виділяють за технологією конструювання і ігровою методикою? Дайте їх характеристики.*
- 2. У загальних рисах опишіть ігри-подорожі.*
- 3. Дайте загальну характеристику неімітаційних ігор.*
- 4. Назвіть основні принципи створення та використання в навчальному процесі географічних кросвордів, що базуються на даних дистанційного зондування Землі.*
- 5. Назвіть основні принципи створення та використання в навчальному процесі географічних пазлів, що базуються на даних дистанційного зондування Землі.*
- 6. Назвіть основні принципи створення та використання в навчальному процесі географічних лото, що базуються на даних дистанційного зондування Землі.*
- 7. Назвіть основні принципи створення та використання в навчальному процесі географічних комп'ютерних ігор, що базуються на даних дистанційного зондування Землі.*
- 8. В яких основних формах організації навчання можна використовувати ігри, що базуються на даних ДЗЗ?*

3.5. Дані ДЗЗ як основа інтерактивних засобів навчання географії

Інтерактивний засіб навчання (ІЗН) – це засіб, що надає вчителю й учневі можливість організації ефективної взаємодії з усіма суб'єктами освітнього процесу, управління потоком навчальної інформації, перетворення процесу навчання в творчу і пізнавальну співпрацю. Основне значення ІЗН полягає в забезпеченні досягнення низки найважливіших освітніх цілей:

- стимулювання мотивації та інтересу в області географії;*
- підвищення рівня активності й самостійності учнів;*
- розвиток навичок аналізу критичності мислення, взаємодії, комунікації;*
- активація саморозвитку.*

Сьогодні в педагогічній практиці відома значна кількість ІЗН і географія є одним з лідерів у цьому напрямку [22]. Дані ДЗЗ є унікальною основою для створення інтерактивних геосервісів, вміле використання яких дозволяє розглядати їх як ІЗН з унікальними освітніми функціями. Як приклад можна навести такі інтерактивні геосервіси на основі супутникової зйомки: **Google Earth, Google Maps, NASA World Wind, EINGANA** та ін.

Не звертаючи увагу на деталі, можна сказати, що всі ці геосервіси мають загальні функціональні можливості:

- візуалізація поверхні земної кулі на основі мозаїки космічних знімків (аерознімків) середнього, високого і надвисокого дозволу;
- легке переміщення по віртуальних просторах моделі Землі і масштабування зображень;
- наявність географічних інструментів (вимірювання відстаней, площ, визначення координат тощо);
- прості пошукові сервіси (знаходження об'єктів різного рівня, маршрутів та ін.);
- наявність інструментів редагування (створення міток, ліній і полігонів, розміщення фотографій і коментарів тощо);
- робота з шарами інформації.

За характером переданої просторово-прив'язаної інформації всі інтерактивні геосервіси, що базуються на даних ДЗЗ, можна розділити на дві групи: *комплексні* і *тематичні*.

Комплексні ресурси (**Google Earth, Google Maps, NASA, World Wind** та ін.) містять у вигляді шарів різну геоінформацію (погодні умови, стан океану, пожежі, землетруси та ін.) Тематичні георесурси (**Gismeteo, Meteoweb, Map of Life** та ін.) моноінформаційні і присвячені певним процесам або явищам (атмосферні процеси, транспортні потоки, міграція тварин тощо). Сюди ж відносяться і різні просторово-прив'язані соціальні мережі.

Серед комплексних георесурсів найбільш розвинений і найбільш популярний сервіс **Google Earth**. Поява його в мережі Інтернет у 2005 році стало найважливішою подією глобального масштабу в сфері геоінформатики початку XXI-го століття. Вплив цього сервісу на уявлення про геотехнології у всьому світі неможливо переоцінити. **Google Earth** припускає установку на комп'ютер користувача клієнтського додатку, що дозволяє отримувати доступ по мережі до масиву геоданих на всю поверхню планети.

Характерною відмінністю Земної кулі у геосервісу **Google Earth** є відсутність звичної користувачам географічних або топографічних мап «заливки». Замість цього модель нашої планети вкрита кольоровими зображеннями суші (космічними і аерознімками), а також моделлю рельєфу дна Світового Океану у вигляді зображень. Подібний спосіб подання інформації називається "*растровим*". Використання "фотографічних" зображень замість карт не знижує якість сприйняття географічної інформації (візуальної "читаності" карт), а навпаки позбавляє цю інформацію характерних для карт умовностей.

Велика частина Земної кулі в **Google Earth** представлена мозаїкою кольорових зображень, отриманих космічними апаратами угруповання "*LandSat*" (просторовий дозвіл від 30 до 60 м / піксель). Разом з тим, є й високодетальні зображення, отримані або за допомогою супутників (спочатку - знімки просторовим дозволом краще 1 м / піксель, зроблені американським апаратом "*QuickBird*"), або за допомогою авіаційних систем. Аерофотознімки мають дозвіл близько десятків сантиметрів на піксель і є унікальним по детальності джерелом даних про місцевість. Частина високодетальних зображень в загальному покритті безперервно

зростає – в першу чергу на найбільш населені території, а також території, що викликають особливий інтерес користувачів, в тому числі важкодоступні.

У геосервісу **Google Earth** присутні також і більш «звичні» користувачам векторні шари - до них, наприклад, відноситься шар державних та адміністративних кордонів. Таким чином, в **Google Earth** стерто межу між географічними і топографічними мапами, чітко відокремленими в "класичній" географії. Користувач має можливість безперервно і практично миттєво міняти відстань до досліджуваного об'єкта - від гранично генералізованого (на екрані видно Земну кулю цілком – див. додаток 2, рис. Д-19, масштаб порядку 1:10000000), до гранично детального (масштаб порядку 1:10).

Безпрецедентно велика кількість користувачів програми, що з'явилися вже на перших порах її появи, обумовлена, з одного боку, величезним обсягом вихідних даних, поповнення яких відбувається щодня, і можливістю створення власних шарів з інформацією по об'єктах що цікавлять, з іншого. Якщо ж сюди додати нові можливості **Google Earth**, що з'явилися за останні роки: перегляд міст і рельєфу у форматі 3D, режим занурення в глибини океану, перегляд супутникових знімків, зроблених у попередні періоди, додані нові шари, такі як авіаперельоти, водойми, парки тощо, стає цілком зрозуміло, що дана програма відкриває унікальні можливості у вивченні географії. Особливо унікальною є можливість перегляду фотографій (у тому числі панорамних) і відеофрагментів об'єктів, прикріплених до місцевості на космознімках.

Звичайно, використання всього потенціалу геосервісу **Google Earth** вимагає певної підготовки користувачів. У додатку до навчального посібника наведені методичні розробки до лабораторної роботи № 5, метою якої є отримання практичних навичок по роботі з програмою **Google Earth**. Сьогодні більшість учителів і школярів мають базову інформаційну підготовку і в цьому зв'язку після виконання цієї роботи більшість користувачів успішно оволодівають навичками роботи з програмою. Більш важливою проблемою слід визнати її грамотне і професійне застосування в навчальному процесі.

У таблиці 3.5, як приклад, наведені можливості використання основних функцій **Google Earth** в шкільному курсі "Загальна географія" 6 клас. Як видно з таблиці, практично при вивченні будь-якої теми курсу можливе використання георесурсу в якості ІЗН. Так, наприклад, при включенні шару "Погода" на зображенні Землі відіб'ється стан хмарного шару над нашою планетою в даний момент часу, температура повітря, вологість, швидкість вітру, тиск в різних районах земної кулі і навіть прогноз погоди на майбутні 10 днів (рис. 3.16).

Усі ці дані передаються з супутників і постійно оновлюються. Така візуалізація ефективна не тільки при викладанні нового матеріалу теми "Атмосфера", але й може слугувати основою для проведення практичної роботи.

Як особливе природне явище, що займає важливе значення в житті людини, в окремий шар винесені землетруси. При включенні шару "Землетруси в реальному часі", на карті пунсонами відображаються землетруси силою більше 1 балу. Видається коротка інформація про місце, магнітуду, дату і час землетрусу (рис. 3.17).

Однак найбільш виразним слід визнати навігаційні функції програми, коли використовуються не статичні картинки, а динамічні зображення. Так, наприклад,

Таблиця 3.5.

Основні функції геосервісу **Google Earth** і їх рекомендоване використання в шкільному курсі "Загальна географія" 6 клас

Функція програми	Опис функції	Рекомендоване використання в освітніх цілях
Функції засобів вимірювання	Вимірювання відстані, площі та периметра	З використанням функцій засобів вимірювання програми визначається відстань між точковими об'єктами, периметр і площу площинних об'єктів в рамках теми «Способи зображення Землі»
Шар «Сітка»	На зображення Землі накладається координатна сітка з позначеннями довготи і широти	Знайомство з віртуальною моделлю Землі з накладеною координатною сіткою та визначення координат об'єктів в рамках теми «Градусна сітка Землі. Географічні координати точок». Знаходження об'єктів за географічними координатами.
Шар «Рельєф»	Відображення тривимірного зображення рельєфу поверхні Землі і дна океану	Перегляд в форматі 3D основних форм рельєфу Землі і дна Світового океану в рамках теми «Літосфера»
Функція «Показати профіль рельєфу»	Відображає профіль рельєфу місцевості по вибраному маршруту	Перегляд рельєфу місцевості в рамках теми «Літосфера»
Шар «Погода»	Відображає поточні погодні умови (хмари, прогноз погоди тощо)	Спостереження за переміщенням повітряних потоків у реальному часі, формування циклонів і антициклонів, температурою повітря та тиском в рамках теми «Атмосфера»
Шар «Океан»	Відображає основні характеристики Світового океану	Вивчення рельєфу дна океанів, тиску на рівні моря, швидкості течій, висоти хвиль тощо в рамках теми «Гідросфера»
Шар «Землетруси в реальному часі»	Відображає коротку інформацію про місце, магнітуду, дату і час землетрусів.	Вивчення причин та наслідків землетрусів в рамках теми «Літосфера»
Навігаційні і пошукові функції	Пошук об'єктів і віртуальне переміщення в будь-яку точку планети	Перегляд елементів річкових систем на прикладі Дніпра, Дунаю, Амазонки, Нілу, Міссісіпі в рамках теми «Гідросфера»

при викладі теми "Гідросфера" вчитель може "пройти" від гирла річки (Дніпро або Амазонка) до дельти, надаючи паралельно її розгорнуту характеристику. При цьому більшість описуваних параметрів річки (витік, русло, притоки, річкова система, вододіл, долина, рукотворні гідрологічні об'єкти тощо) знаходять своє візуальне підтвердження.

В рамках курсу "Географія материків і океанів" 7 клас, вчитель має можливість за допомогою геосервісу **Google Earth** показати найбільш значущі риси материків: географічне положення, форми рельєфу, гідрологічні об'єкти, антропогенні зміни тощо. Як приклад, нижче наведено фрагмент з уроку за темою "Австралія", в якому використовується програма **Google Earth**.

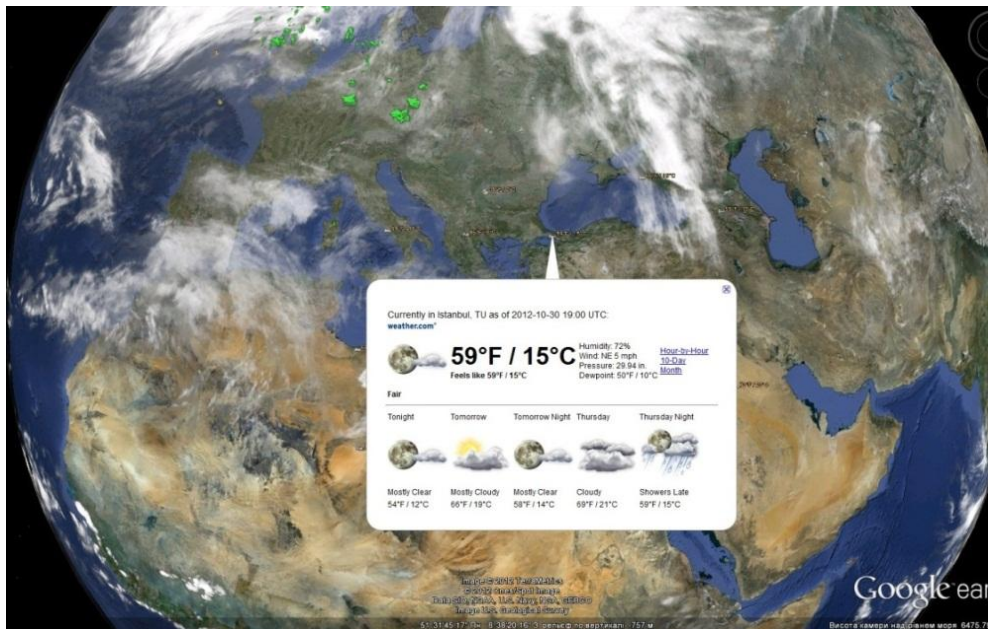


Рис. 3.16. Вікно геосервісу Google Earth з увімкненим шаром "Погода"

Фрагмент уроку із застосуванням геосервісу **Google Earth**. Урок узагальнюючий, тема "Австралія", курс "Географія материків і океанів" 7 клас.

Мета і завдання уроку:

1. Узагальнити і поглибити знання з теми "Австралія".
2. Створити умови для повторення та систематизації вивченого матеріалу.
3. Сформуванати вміння працювати з супутниковими знімками програми **Google Earth**.
4. Розвивати інтерес в учнів до нових методів і технологій у вивченні географії.
5. Стимулювати пізнавальну і розумову діяльність учнів, відпрацювати вміння знаходити причинно-наслідкові зв'язки.

Обладнання: комп'ютер, підключений до мультимедійного проектору та мережі Інтернет; атлас і інтерактивний геосервіс **Google Earth**.

Підготовчий етап:

При підготовці до уроку вчитель створює мітки наступних об'єктів (рис. 3.18): миси Йорк, Південно-Східний, Стін-Пойнт, Байрон; моря Коралове, Тасманове, Арафурське; затоки Карпентарія, Велика Австралійська; острови Тасманія, Великий Бар'єрний риф, Нова Зеландія, Нова Гвінея; півострів Кейп-Йорк; Західно-Австралійське плоскогір'я; Центральна низовина; Великий Вододільний хребет (г. Косцюшко); річки Муррей, Дарлінг; озеро Ейр; Велика Піщана пустеля, пустеля Вікторія. Мітки не підписуються, а нумеруються в установленому порядку і зберігаються в папку **Мои метки**.

Хід уроку:

1. Урок починається з організаційного моменту: у вступному слові вчитель знайомить з темою уроку та його метою.
2. В основній частині уроку, вчитель у бесіді з учнями відображає найбільш характерні риси материка: географічне положення, форми рельєфу, типи клімату, гідрологічні об'єкти, особливості рослинного і тваринного світу, населення тощо.
3. Відкривається інтерактивний геосервіс **Google Earth**. На першому етапі вчитель послідовно за допомогою міток викликає географічні об'єкти, а учні їх називають.

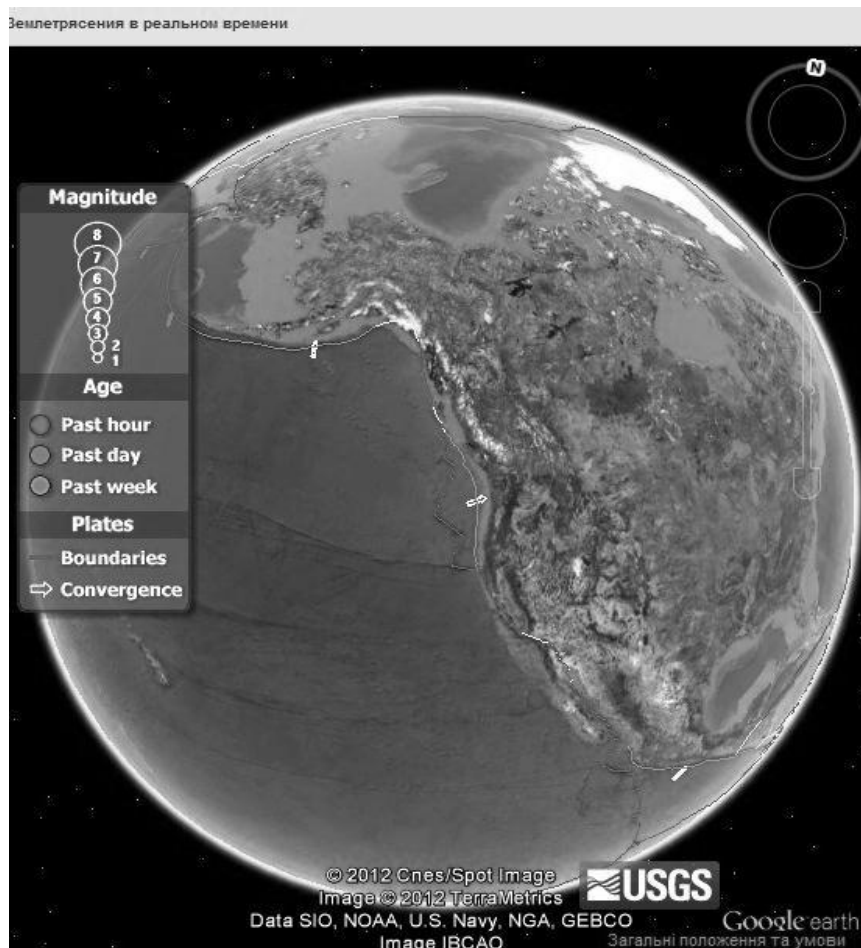


Рис. 3.17. Вікно геосервісу *Google Earth* з включеним шаром "Землетруси в реальному часі".

На другому етапі педагог викликає учнів до комп'ютера і дає завдання з використанням програми **Google Earth**:

- знайти крайню північну точку Австралії (мис Йорк) і визначити її координати;
- знайти крайню південну точку Австралії (мис Південно-Східний) і визначити її координати;
- знайти крайню східну точку Австралії (мис Байрон) і визначити її координати;
- знайти крайню західну точку Австралії (мис Стін-Пойнт) і визначити її координати;
- використовуючи функції засобів вимірювання програми визначити протяжність материка з півночі на південь і з заходу на схід;
- знайти найвищу точку материка і визначити її висоту;
- використовуючи пошукову функцію програми, знайти скелю Урулу (її об'ємне зображення);
- використовуючи пошукову функцію програми, знайти озеро Ейр;
- знайти столицю Австралії;
- знайти місто Канберра, зробивши віртуальну екскурсію по його основних пам'ятках;
- знайти найбільші міста Австралії: Сідней, Мельбурн і Брісберн.

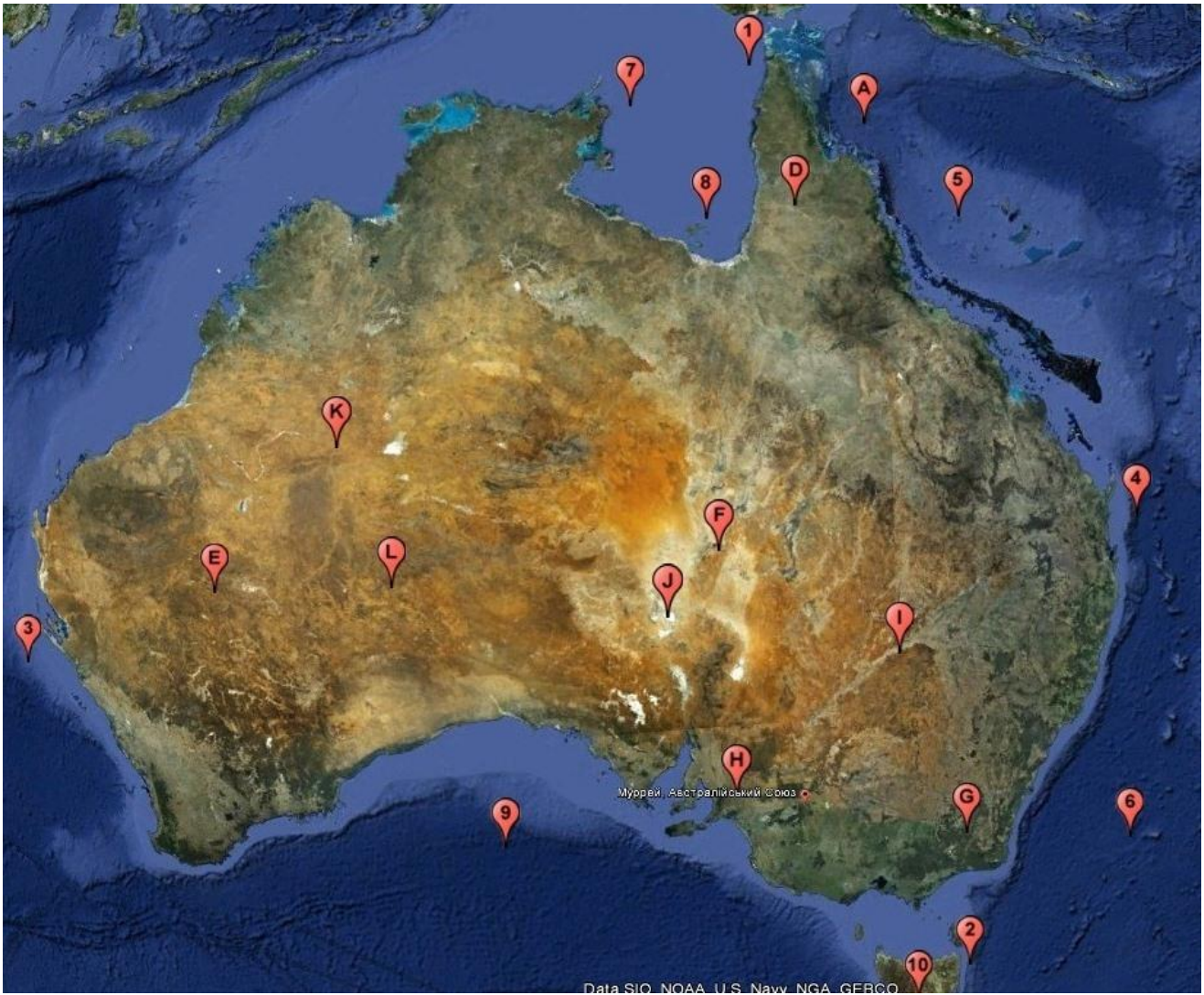


Рис. 3.18. Супутниковий знімок Австралії по даним георесурсу Google Earth:

1. мис Йорк; 2. мис Південно-Східний; 3. мис Стіп-Пойнт; 4. мис Байрон; 5. Коралове море; 6. Тасманове море; 7. Арафурське море; 8. затока Карпентарія; 9. Велика Австралійська затока; 10. острів Тасманія, А. Великий Бар'єрний риф, В. острів Нова Зеландія, С. острів Нова Гвінея; D. півострів Кейп-Йорк; Е. Західно-Австралійське плоскогір'я; F. Центральну низовину; G. Великий Вододільний хребет (г. Косцюшко); H. річка Муррей; I. річка Дарлінг; J. озеро Ейр; K. Велика Піщана пустеля; L. пустеля Вікторія.

Вкінці вчитель підводить підсумки, оцінює знання учнів. Учнім дається домашнє завдання самостійно переглянути супутникові знімки Австралії, звернувши особливу увагу на унікальні природні та антропогенні об'єкти континенту.

Особливо дієвим є використання функції "Земля в 3-х мірному просторі", яка дозволяє учням зробити віртуальну екскурсію на унікальні природні об'єкти нашої планети, побачити результати дії деяких геологічних процесів, що відбуваються на поверхні Землі. В об'ємі відображені найвища вершина світу гора Еверест, вулкан Везувій (рис. 3.19), Ключевська Сопка та ін. Крім природних об'єктів в 3D сьогодні можна знайти і велику кількість рукотворних об'єктів: від видатних творів архітектури та історії (наприклад, Ейфелева вежа, Колізей тощо) до цілком звичних об'єктів (наприклад, головний корпус Криворізького національного університету – рис. 3.20). Учні, які мають хорошу інформаційну підготовку, можуть самостійно

створити 3d-модель власних об'єктів (наприклад, школи) та розмістити їх в **Google Earth**. Для цього використовуються такі програми, як **SketchUp**. Більшість учнів старших класів при бажанні можуть легко розібратися з цією програмою.

Звичайно, використання Google Earth в курсах фізичної географії має більші переваги, ніж при вивченні соціально-економічної географії. Це пояснюється тим, що більшість соціальних та економічних процесів не знаходять свого візуального відображення на аерокосмічних знімках. Тому в рамках курсів "Економічна та соціальна географія України" та "Соціально-економічна географія світу" геосервіс **Google Earth** є об'єктивним засобом вивчення різного роду антропогенних об'єктів (шахти, кар'єри, заводи, електростанції тощо), а також джерелом інформації для оцінки рівня соціально-економічної освоєння і систем розселення населення.

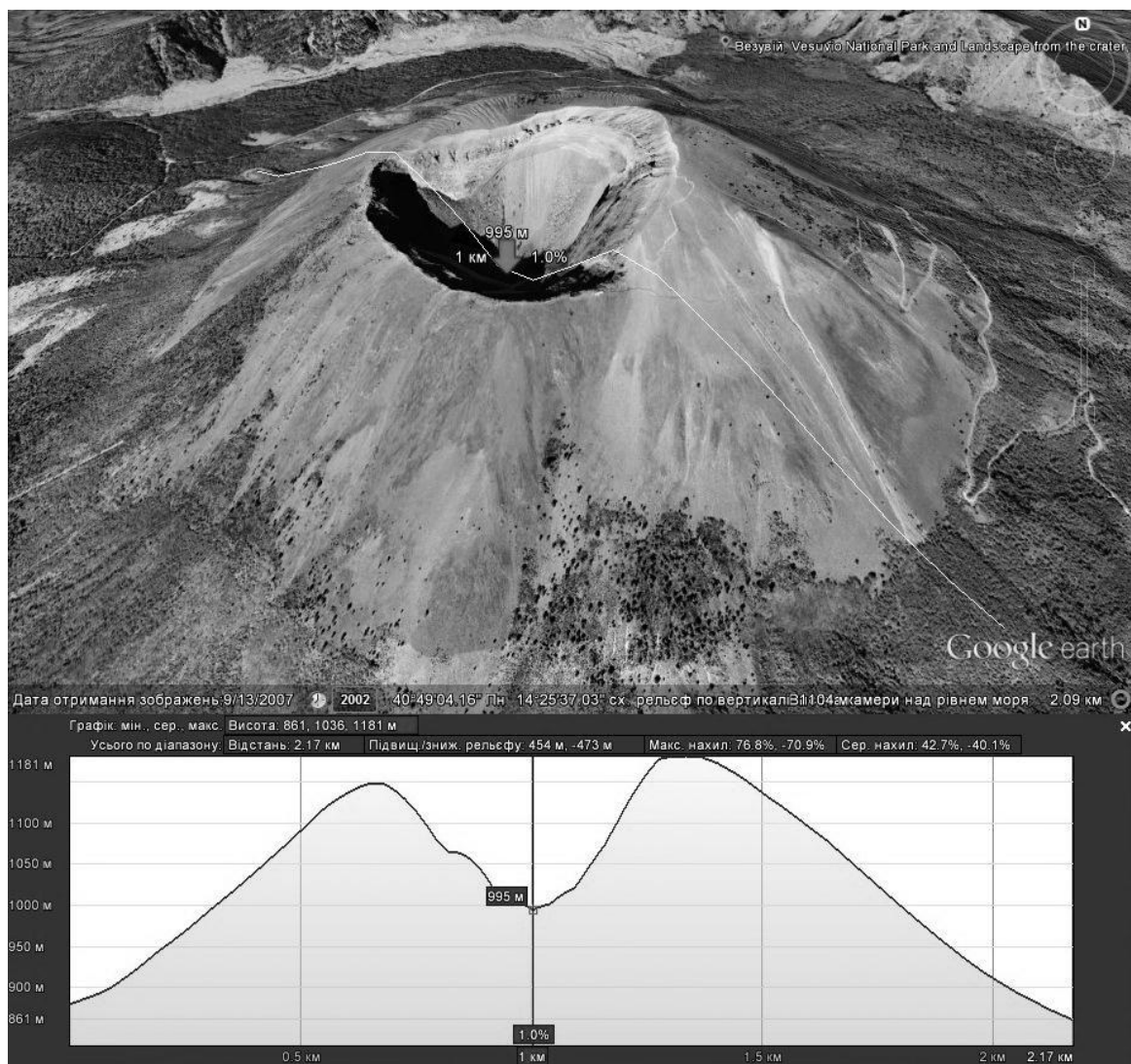


Рис. 3.19. Об'ємне зображення вулкана Везувій та профіль рельєфу місцевості (отримано за допомогою *Google Earth*)

Додаткову інформацію про природні та антропогенні об'єкти можна отримувати з тематичних георесурсів. Так геосервіс **Geowebino**, розроблений на базі карт **Google**, демонструє розташування вулканів на поверхні Землі і надає їх коротку характеристику.



Рис. 3.20. Об'ємна модель головного корпусу Криворізького національного університету на супутниковому знімку в георесурсі Google Earth.

Ресурс **Flightradar24**, розроблений на базі супутникових карт **Google**, дозволяє в режимі реального часу спостерігати на карті за літаками, що літають по всьому світі. При виділенні будь якого повітряного судна, виводиться його фотографія, тип літака, бортовий номер, належність до авіакомпанії, місце відправлення та посадки, висота на даний момент і його швидкість, положення в градусах, а також відображається на карті його пройдений шлях від аеропорту відправлення тощо. Кожні кілька секунд вся інформація для всіх повітряних суден оновлюється і місце розташування літаків переноситься на карту.

Сервіс **MarineTraffic** використовують для показу в реальному режимі часу інформації про рух морських суден у всьому світі (рис. 3.21).

Кликнув* на зображенні судна, можна побачити інформацію про нього та його маршрут. Подібні тематичні георесурси є джерелом додаткової геоінформації, проте їх використання можна рекомендувати лише у позаурочній формі організації навчання.

Основний освітній потенціал інтерактивних засобів навчання розкривається завдяки можливості перегляду різночасних знімків одних й тих же територій, а також через технологію створення власних інформаційних шарів. Так, наприклад, функція *"Показати зображення в часі"* георесурсу **Google Earth** дає можливість побачити знімки, зроблені в різні часові проміжки (починаючи з 2002 року), що дозволяє виявити зміни, які відбулися в природних і міських ландшафтах впродовж певного часу. На рис. 3.22 наведені космознімки території міста Севастополь (Україна, АРК) з тимчасовим інтервалом 9 років, на яких чітко видно як активно проводиться забудова міста.

* – «кликнути» в інформатиці означає операцію, яка включає наведення курсора на певне місце у вікні програми і натиснення на кнопку миші (ліву чи праву)

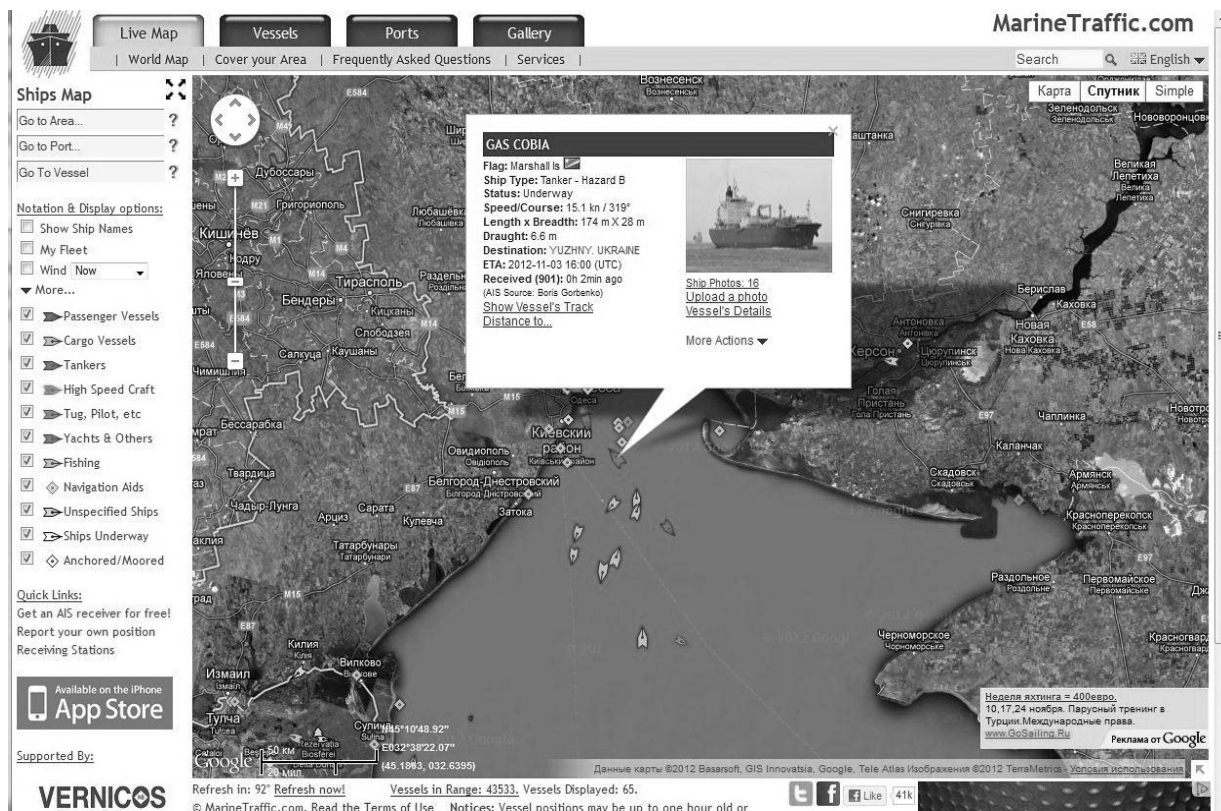


Рис.3.21. Вікно ресурсу *MarineTraffic*, розробленого на базі косомкарт *Google*

Подібний матеріал є основою для проведення лабораторних робіт з елементами наукових розробок. У додатку 2 до навчального посібника наведена лабораторна робота № 4 "Вивчення динаміки природного середовища за допомогою даних ДЗЗ", в якій на прикладі різночасних знімків Аральського моря охарактеризована методика створення карт динаміки природного середовища за допомогою аерокосмічних знімків. Більш детально методика реалізації практичної та дослідницької спрямованості використання ІЗН в навчальному процесі описана в наступному розділі.

Крім того, величезний інтерес являє собою проект **Google Earth Engine** – інтернет-платформа моніторингу навколишнього середовища нашої планети. У ньому об'єднані всі картинки поверхні Землі, зняті супутниками НАСА **Landsat** за останні 40 років, а в відеокліпах, наочно показують зміни, що відбулися з ландшафтами планети. Так, на **Google Earth Engine** можна побачити відеолітопис вирубки тропічних лісів Амазонки, висихання Аральського моря або виснаження водних ресурсів річки Конго.

Функція "Создание собственного слоя" дозволяє створювати та імпортувати свої географічні дані і переглядати їх поряд з іншими шарами. Це відкриває широкі можливості для перевірки знань учнів (наприклад, дозволяє організувати перевірку географічної номенклатури). Крім того, ці функціональні можливості програми зручно використовувати при виконанні проектних завдань.

Наприклад, в рамках теми "Електроенергетика" курсу "Економічна і соціальна географія України" вчитель може запропонувати учням розмістити на території України електростанції альтернативних видів енергії. При цьому необхідно детально обґрунтувати свій вибір (дивись додаток № 1, завдання №5 із застосуванням космічних знімків на уроці "Електроенергетика" курсу "Економічна і соціальна географія України" 9 клас).



2002 рік



2011 рік

Рис. 3.22. Космічні знімки, що відображають забудову території міста Севастополь (АРК, Україна) з 2002 по 2011 роки (отримано за допомогою георесурсу Google Earth).

Широкі функціональні можливості подібних георесурсів дозволяють використовувати їх в усіх курсах шкільної географії, у різних формах організації навчального процесу, з залученням різних методів навчання. Найпоширеніша форма застосування ІЗН, що базуються на даних ДЗЗ - класно-урочна, причому вписується як в традиційний урок, так і дозволяє організувати нові види навчальної діяльності. Як приклад охарактеризуємо основні види уроків:

1. *Урок вивчення нового навчального матеріалу.* Учитель заздалегідь створює за допомогою міток інформаційні шари, які дозволяють послідовно виводити на екран (інтерактивну дошку) по мірі викладення матеріалу статичні аерокосмічні знімки, інтерактивні моделі територій, фото та відеоматеріали. До нестандартних видів уроків формування нових знань з використанням ІЗН можна віднести лекції, інтегровані уроки, уроки-дослідження. Основною організаційною формою цього виду уроків є робота з класом. Фрагмент такого уроку наведений вище.

2. *Урок формування та вдосконалення вмінь і навичок.* Педагог розробляє завдання, в яких з використанням інтерактивних функцій георесурсу, кожен учень виконує індивідуальну практичну роботу. Основною організаційною формою є робота з георесурсом в малих групах, хоча при використанні інтерактивної дошки, можлива колективна робота учнів в класі. Наведемо ймовірні варіанти завдань:

А. Здійснить віртуальну подорож по ріці Дніпро (від витоків до гирла), перерахувавши її найбільш характерні елементи, а також міста і гідроелектростанції, що зустрічаються на шляху.

Б. За допомогою функції "Показати зображення в часі" георесурсу зробіть віртуальну подорож у часі над територією Аральського моря. Схарактеризуйте зазначені зміни і дайте їм пояснення.

В. Прокладіть кілька варіантів шляху від дому до школи. Використовуючи вимірювальні функції програми, визначте їх довжину і виберіть оптимальний маршрут.

Г. Створіть маршрут подорожі територією України. Здійснить віртуальну поїздку по цьому маршруту, використовуючи огляд місць по прокладеному шляху. Робіть зупинки на маршруті, розглядаючи доступні фотографії або відеофрагменти.

3. *Урок узагальнення і систематизації знань.* На уроках даного типу вчитель пропонує учням творчі завдання для виконання лабораторної роботи в комп'ютерному класі. Самостійна робота над завданням, підсилює пізнавальний інтерес учнів, робить їх роботу творчою, а в ряді випадків наближає її за характером до наукового дослідження. До нестандартних видів уроків узагальнення та систематизації знань можна віднести конференції робіт учнів із застосуванням даних ДЗЗ та інших видів геоінформаційних технологій. У додатку № 2 до навчального посібника наведено методичні розробки лабораторних робіт, що базуються на використанні георесурсу **Google Earth**.

4. *Урок контролю та корекції знань, умінь і навичок.* Уроки цього типу призначаються для контролю за рівнем засвоєння учнями теоретичного матеріалу, сформованістю вмінь та навичок, корекцією знань, накопичених умінь і навичок. З цією метою вчитель розробляє контрольні інтерактивні питання, що базуються на використанні георесурсу **Google Earth**. На уроці може використовуватися індивідуальне або групове опитування. Як приклад наведемо можливі варіанти

таких питань (від найпростіших до більш складних) для контролю знань учнів з теми "Гідросфера" курсу "Загальна географія" 6 клас:

А. Покажіть на супутниковій карті озера: Вікторія, Балхаш, Чад, Байкал, Верхнє, визначивши їх тип по водному балансу. Використовуючи вимірвальні функції георесурсу, визначте їх розміри (довжина, ширина).

Б. Назвіть і покажіть на супутниковій карті найбільший острів Землі (Гренландія). Використовуючи вимірвальні функції програми, визначте його розміри (довжина, ширина).

В. Назвіть і покажіть на супутниковій карті саму широку і глибоку протоку (протоку Дрейка). Використовуючи вимірвальні функції георесурсу, визначте ширину протоки.

Г. Назвіть і покажіть на супутниковій карті найдовші ріки континентів (Ніл, Амазонка, Міссісіпі, Янцзи, Муррей). Використовуючи вимірвальні функції програми, визначте їх довжину.

Д. Знайдіть і покажіть на карті гирла рік Лена, Ганг, Нігер, Амазонка. Дайте характеристику, назвіть подібності та відмінності.

Вибір форми уроку залежить від його мети, особливостей даного класу, досліджуваної теми тощо. Звичайно, позакласна робота значно розширює освітній потенціал ІЗН на базі даних ДЗЗ. Самостійна робота, факультативні та гурткові заняття дозволяють вивести навчальну роботу учнів з інтерактивними аерокосмічними знімками на абсолютно новий рівень. Так детально ознайомившись з георесурсом **Google Earth**, школярі можуть прокласти за допомогою програми маршрути майбутніх туристичних походів. При цьому враховується рельєф місцевості, наявність рекреаційних об'єктів, розташування місць ночівлі тощо. Використовуючи знімки надвисокої роздільної здатності, учні мають можливість скласти топографічні плани території школи та інших об'єктів. Ця робота має велике практичне значення і може зацікавити будівельні, землевпорядні, сільськогосподарські та інші науково-виробничі організації.

Особливо слід підкреслити дослідницькі можливості програми. Аерокосмічні знімки інтерактивних георесурсів є джерелом унікальної інформації, що дозволяє уважним і цілеспрямованим дослідникам робити відкриття, які мають колосальне науково-практичне значення. Так, на супутникових фотографіях північного Мозамбіку англійський учений *Джуліан Бейліс* виявив абсолютно невідомий "оазис" - ізольований тропічний ліс, розташований високо в горах у важкодоступному місці. Виявилось, що цей ліс відомий місцевим жителям, але туди ще ніколи не споряджали наукову експедицію. Подібні ізольовані території виключно цікаві для біологів, тому що там часто знаходять нові види тварин і рослин. Гора *Мабу* не розчарувала – в 2008 році туди відправили експедицію, результати якої вивчають досі. У загальній складності було всього за три тижні виявлено більше сотні нових видів – рослин, птахів, метеликів, мавп, змій. Цей тропічний ліс фахівці жартома називають **Google Forest**.

На початку 2011 року австралійський вчений *Девід Кеннеді*, детально вивчаючи за допомогою **Google Earth** супутникові знімки пустелі Саудівської Аравії, виявив більше 2000 місць, на яких проглядалися невідомі об'єкти. Ці координати занесли в список, а вивчення на місці дозволило виявити декілька тисяч різних артефактів

стародавньої цивілізації – кам'яні колеса, пастки для птахів, гробниці дивної форми та багато іншого. Звичайно, розраховувати на подібні відкриття учням, які вивчають географію, досить складно, однак отримати унікальний фактичний матеріал для проведення різнопланових дослідних робіт можна і навіть необхідно.

Великий інтерес в учнів викликають функції засобів візуалізації інтерактивних георесурсів. Так, наприклад, багато школярі із задоволенням викладають просторово-прив'язані фотографії географічних об'єктів в програмі **Google Earth**. Це, з одного боку, істотно доповнює географічний образ територій, сформований засобами програми, а з іншого – сприяє посиленню творчої та пізнавальної складових навчального позаурочного процесу.

У рамках факультативних занять найбільш інформаційно-підготовлені учні під керівництвом вчителя можуть зацікавитися створенням 3d-моделей, з їх подальшим розміщенням в **Google Earth**. Сьогодні в Інтернеті можна знайти сайти з прикладами таких робіт. Наприклад, у проєкті "Моя школа в Google Планета Земля" можна ознайомитися з більш ніж 60 докладними моделями шкіл, ліцеїв та гімназій України, розміщених на сторінках георесурсу. Для створення моделей використовується програма **Google SketchUp**. Даний пакет дуже зручний для початківців, малознайомих з тривимірним моделюванням користувачів. Програма дозволяє відносно швидко і просто досягти бажаного результату, використовуючи звичні з дитинства інструменти – лінійку, олівець, транспортир, ластик в трьох площинах.

Пройшовши всі необхідні етапи, школярі легко навчаться створювати тривимірні моделі будівель з простою конфігурацією до вельми складних (див. рис. 3.20) і в остаточному підсумку, зможуть розмістити їх в мережі **Google Earth**, забезпечивши таким чином всесвітній доступ до своїх розробок. Тим самим школярі будуть відчувати себе співавторами глобального проєкту корпорації **Google** зі створення 3d-моделі нашої планети.

Взагалі, інтерактивні георесурси на базі даних ДЗЗ відкривають колосальні освітні можливості перед педагогом і те, якою мірою він використовує ці можливості, залежить насамперед від бажання, рівня професійної підготовки і творчого потенціалу самого вчителя.

Запитання для самоконтролю

- 1. Назвіть загальні функціональні можливості георесурсів, що використовують данні ДЗЗ.*
- 2. Схарактеризуйте основні функції геосервісу Google Earth і їх рекомендоване використання в шкільному курсі "Загальна географія".*
- 3. Наведіть конкретні приклади використання геосервісу Google Earth у шкільних курсах географії.*
- 4. У загальних рисах охарактеризуйте урок вивчення нового навчального матеріалу з застосуванням ІЗН, що базуються на даних ДЗЗ.*
- 5. У загальних рисах схарактеризуйте урок формування та вдосконалення вмінь і навичок з застосуванням ІЗН, що базуються на даних ДЗЗ.*
- 6. У загальних рисах схарактеризуйте урок узагальнення і систематизації знань з застосуванням ІЗН, що базуються на даних ДЗЗ.*

7. У загальних рисах схарактеризуйте урок контролю та корекції знань, умінь і навичок із застосуванням ІЗН, що базуються на даних ДЗЗ.

3.6. Реалізація практичної та дослідницької спрямованості навчання географії на основі даних ДЗЗ

Географічні образи і їх показники, що відображаються на аерокосмічних знімках, є найважливішим джерелом географічних знань. Вони виступають в якості засобів активізації та актуалізації теоретичних знань, що реалізуються в практичній і дослідницькій спрямованості навчання географії. Саме практична складова шкільної географії з розвитком універсальних навичок дослідницької діяльності характеризує продуктивне формування конструктивних географічних умінь у школярів [35].

Метою творчої практичної і дослідницької роботи учнів на основі даних ДЗЗ є:

- набуття практичних навичок та умінь у роботі з аерокосмічними знімками (дешифрування і корекція знімків, якісні та кількісні виміри);
- міцне засвоєння теоретичних географічних знань;
- розвиток просторово-часового мислення;
- пряме включення в процес "добування" знань;
- навчання аналітичної діяльності з формуванням наукового типу мислення;
- реалізація вміння застосувати засвоєні знання в прикладній галузі знань, як основи формування ключових компетенцій учнів;
- формування активної життєвої позиції.

Саме практична складова може забезпечити інтерес школярів до отримання нових знань за допомогою використання новітніх досягнень науки та техніки (в нашому випадку – даних ДЗЗ) і одним з основних методів її реалізації є проведення практичних і лабораторних робіт.

Практичні та лабораторні роботи – це форма організації навчання школярів. Суть їх полягає в тому, що вчитель ставить навчальну задачу і організовує діяльність учнів по засвоєнню способів дій з географічними об'єктами і їх моделями (аерокосмічними знімками), навчає вилучати з них нові знання. Практичні заняття з даними ДЗЗ мають багато спільного з лабораторними заняттями, а саме: робота зі знімками, великий ступінь самостійності, необхідність консультацій викладача. Тому багато методичних прийомів, які застосовуються на практичному занятті, мало відрізняються від відповідних прийомів, характерних для лабораторних занять.

Разом з тим цільові установки лабораторного заняття істотним чином відрізняються від цільових установок практичного заняття. Так лабораторні роботи відносяться до категорії багатоцільових. Завдання, які вирішуються в ході їх виконання, характеризуються більшою глибиною пізнавальної діяльності та можуть охоплювати в тимчасовому діапазоні кілька занять. Крім того, для виконання лабораторних робіт з використанням аерокосмічних знімків потрібне спеціально обладнане робоче місце – комп'ютер, підключений до мережі Інтернет, а в кращому випадку – станція прийому супутникових сигналів.

Перш, ніж приступити до лабораторних і практичних занять, учням необхідно повторити теорію. Кожна лабораторна робота і практичне заняття повинні відповідати необхідним методичним вказівкам, розробленим у відповідних освітніх установах.

Практичні роботи виконуються в класній аудиторії із застосуванням, головним чином, паперових джерел даних ДЗЗ. Найчастіше практичне завдання з використанням аерокосмічних знімків є фрагментом уроку, у рамках якого дані ДЗЗ, як високоінформаційні джерела знань, дозволяють вирішувати спеціалізовані прикладні завдання.

Найбільш характерною особливістю застосування даних ДЗЗ в практичній роботі є ретельне вивчення знімків, з отриманням якісних і кількісних характеристик. Так, до розряду знань, отриманих при роботі з аерокосмічними знімками при виконанні практичних робіт, відносяться такі як: визначення розмірів географічних об'єктів (довжина, ширина, периметр, площа, об'єм) і відстаней на місцевості, виявлення кількісних і структурних показників (температура поверхні Землі, спектральна яскравість рослинності, склад лісового фонду тощо). Надзвичайно важливо, щоб аналіз аерокосмічних знімків поєднувався із залученням усього комплексу географічних знань, включаючи географічні карти, статистичні показники, спостереження на місцевості.

У додатку до навчального посібника наведені приклади завдань для виконання практичної роботи з використанням даних ДЗЗ в рамках різних курсів шкільної географії. Кількість практичних робіт з курсів, їх приблизний зміст визначається вчителем відповідно до навчальної програми. В якості прикладу розглянемо фрагмент уроку "*Озера, озерні улоговини та їх утворення*", в якому супутникові знімки озер використовуються як інформаційне джерело при виконанні практичної роботи.

Приклад завдання для виконання практичної роботи з використанням даних ДЗЗ на уроці "*Озера, озерні улоговини та їх утворення*" курсу "*Загальна географія*", 6 клас.

Мета і завдання:

- використовуючи космічні знімки, сформувані уявлення про типи озерних улоговин, безстічних і стічних озер;
- навчити встановлювати взаємозв'язки між морфологією озера і походженням його улоговини;
- навчити визначати морфометричні характеристики озер;
- сформувані вміння описувати озера на основі аналізу аерокосмічних знімків (за типовим планом).

Обладнання: аерокосмічні знімки різних типів озер на паперовій основі, фізична карта світу, лінійка, олівець, ластик.

Хід роботи:

1. Вчитель ділить клас на групи по 3-4 чоловіка і видає кожній групі космічний знімок озера певного генетичного типу (таблиця 3.6). До кожного знімка прикладається профіль рельєфу місцевості (рис. 3.23).

2. Учитель на прикладі супутникового знімка одного із озер світу і карти, дає характеристику озера, користуючись типовим планом.

План опису озера:

- назва;
- на якому материку знаходиться, в якій його частині;
- між якими меридіанами і паралелями розташовується;
- походження улоговин;

- *стічне або безстічне;*
- *які річки впадають і випливають;*
- *солоне або прісне.*

3. Використовуючи знімок і профіль рельєфу місцевості, учитель демонструє методику визначення за знімком морфометричних характеристик озера: довжини, ширини, глибини.

4. Кожна з груп учнів виконує опис свого озера з визначенням його морфометричних характеристик, за аналогією з прикладом, наведеним учителем.

Таблиця 3.6.

Приклади озер з різними типами озерних улоговин

Типи озерних улоговин	Приклади озер
Тектонічні в прогинах	Вікторія (Африка)
Тектонічні в розломах (грабенах)	Іссик-Куль, Байкал, Ньяса, Танганьїка
Льодовикові	Ільмень, Онезьке, Ладозьке, Арберзее
Вулканічні (кратерні)	Кроноцьке, Айфель, Кратер
Приморські (лагуни, лимани)	Венеціанська лагуна
Залишкові	Каспійське, Аральське
Провальні (карстові)	Ерцо
Загатні	Ріца, Тана
Озера-стариці	На знімках практично не видно
Штучні	Затоплені кар'єри Криворіжжя

5. У висновку, учні по черзі доповідають результати своєї роботи, а потім, на підставі логічних умовиводів, встановлюють під керівництвом вчителя взаємозв'язок між морфологією озер і походженням їх улоговин.

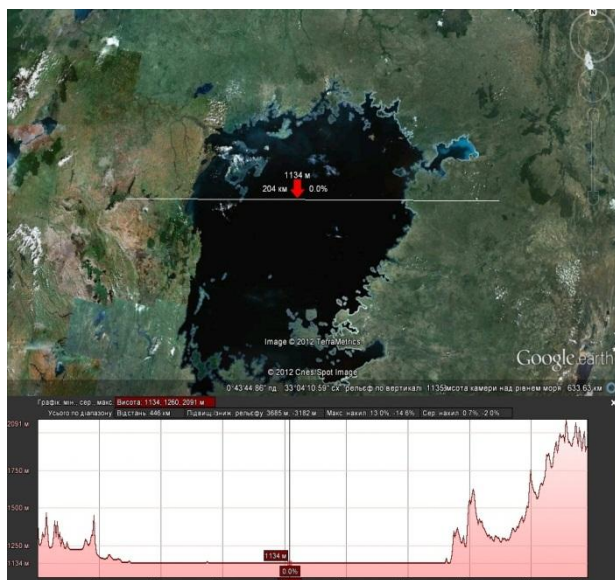
Практичні заняття можуть проходити в трьох варіантах: фронтальні, групові та індивідуальні. Фронтальна робота займає всіх учнів для виконання однієї і тієї ж роботи. Групова форма організації практичних робіт передбачає, що школярі збираються в групу з 2-5 осіб і роблять спільно завдання. Індивідуальна форма, говорить сама за себе, учень в цьому випадку аналізує інформацію самостійно.

Лабораторні роботи є більш глибокою формою реалізації практичної та дослідницької спрямованості процесу навчання із застосуванням даних ДЗЗ. Ускладнення робіт з аерокосмічними знімками підсилює вплив на мислення школярів, стимулює активізацію все більш високих його форм. Завдання, виконані в рамках лабораторних робіт із залученням геоінформаційних технологій, мають спрямованість на підвищення пізнавальної діяльності учнів за рахунок інтеграції теоретичних знань і практичних умінь.

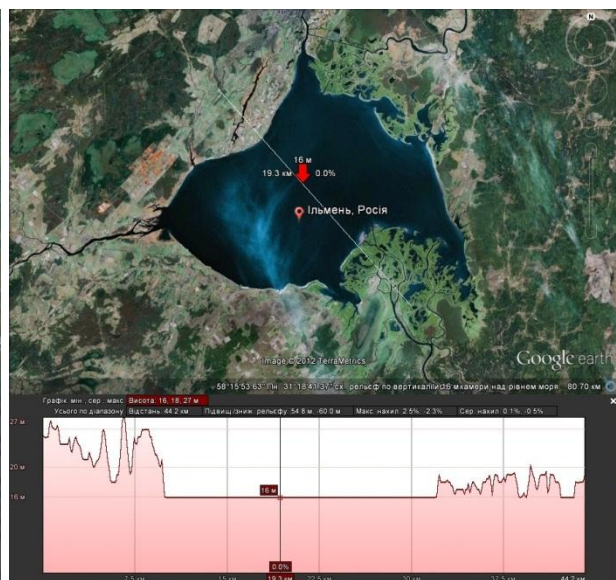
Одним з основних завдань лабораторних робіт є оволодіння учнями навичок роботи з аерокосмічними знімками: їх читання і дешифрування. Безумовно, лабораторні заняття повинні бути багаторівневі, тобто розрізнятися складністю розв'язуваних предметних і дидактичних завдань, методикою їх проведення.

Складність виконуваних робіт повинна наростати поступово. При цьому, конструювання серії лабораторних робіт із застосуванням даних ДЗЗ слід здійснювати з урахуванням основних напрямів практичної діяльності учнів.

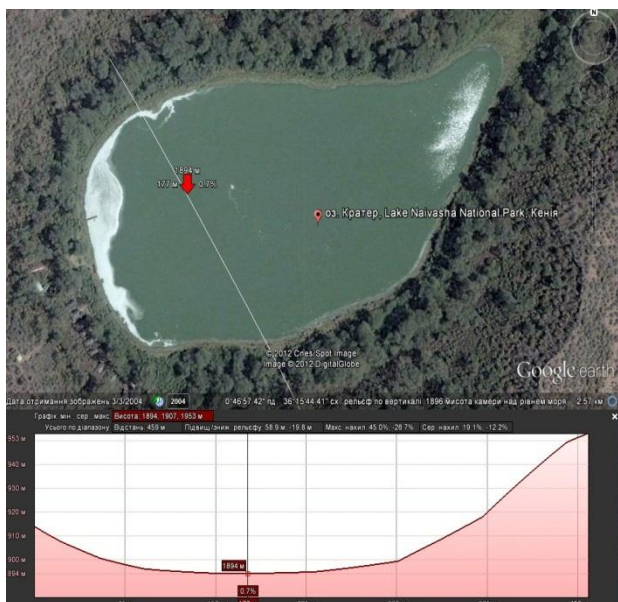
Так, на початкових стадіях навчання, краще всього запропонувати дешифрування простих об'єктів – сільськогосподарські поля, ліси, річки, великі будівлі та



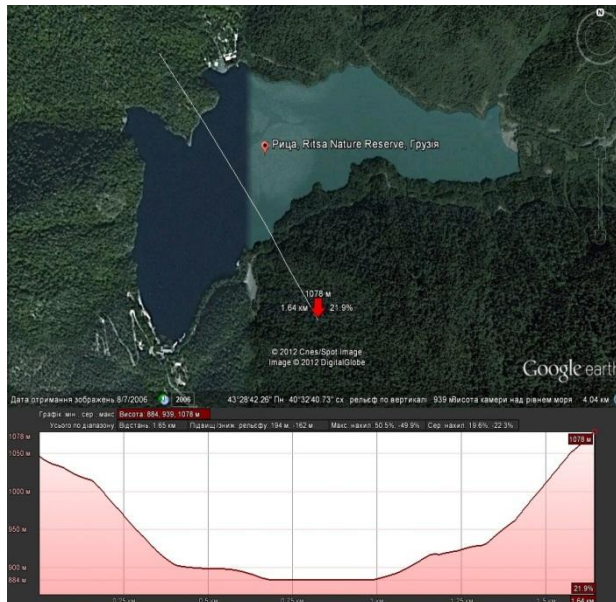
а



б



в



г

Рис.3.23. Супутникові знімки озер з різними типами озерних улоговин: а – Вікторія, б – Ільменське; в - Кратер; г – Ріца (отримано за допомогою геосервісу Google Earth)

технічні споруди з унікальними формами тощо. Особливо ефективний аналіз знімків територій, добре відомих учням (наприклад, пришкольна ділянка). Прикладом такої роботи є лабораторна робота № 1 "Дешифрування аерокосмічних знімків" у додатку № 2 до навчального посібника. Основним результатом даної роботи є створення простого дешифрувального атласу.

На наступній стадії, слід запропонувати учням реалізувати отримані результати у вигляді картографічної продукції. В лабораторній роботі № 2 "Побудова планів місцевості за даними дешифрування аерокосмічних знімків" наведено приклад методики побудови планів місцевості за результатами дешифрування аерокосмічних знімків (див. додаток № 2). В якості об'єкта досліджень найкраще запропонувати територію школи або район проживання учнів. Кінцевим результатом роботи є топографічний план місцевості.

Далі слід перейти до порівняння топографічних планів і аерокосмічних знімків (лабораторна робота № 3 *"Оновлення великомасштабних топографічних карт з використанням аерокосмічних знімків"*). При зіставленні цих двох джерел географічної інформації учні знаходять подібності та відмінності у зображенні одних і тих же об'єктів, переваги та недоліки з передачі їх основних характеристик. Як результат, школярі виявляють зміни в ситуації на місцевості з періоду проведення топографічної зйомки і до моменту дистанційного зондування Землі. В остаточному підсумку, стає можливим оновлення картографічних матеріалів за результатами дешифрування аерокосмічних знімків.

Отримані навички учні можуть реалізувати в побудові карт динаміки природного середовища. Навколишній світ дуже мінливий: з'являються нові поселення і зникають існуючі, виникають нові дороги, інженерні споруди, освоюються нові райони видобутку корисних копалин, вирубуються ліси, змінюється структура землекористування. Під дією природних і антропогенних чинників змінюються берегові лінії, рослинність, виникають нові об'єкти. У зв'язку з цим величезне практичне значення має побудова карт, основним тематичним навантаженням яких є межі ділянок території, що піддаються впливу природного або антропогенного характеру і, як наслідок, приводять до довготривалої зміни вигляду ландшафту. Карты динаміки призначені для вирішення завдань, пов'язаних з проведенням моніторингу території та отриманням інформації про діяльність, яка відбувається на території.

Для створення карт динаміки використовуються космічні знімки, що охоплюють територію картографування, отримані з певним часовим інтервалом. Знімки повинні відповідати таким умовам:

- подібні умови освітлення (отримані приблизно в один і той же час доби);
- подібні умови зйомки (однаковий кут зйомки, приблизно рівний 0 градусів);
- знімки повинні бути отримані приблизно в період однакової фази розвитку рослинності;
- на знімках повинні бути відсутніми серпанок або хмари.

Побудова карт динаміки полягає у відображенні зміни меж природних і антропогенних об'єктів у часі. Метою проведення лабораторної роботи № 4 *"Вивчення динаміки природного середовища за допомогою даних ДЗЗ"* є оволодіння методикою вивчення динаміки антропогенних змін в природі на основі аналізу аерокосмічних знімків (див. додаток №2). В якості об'єкта досліджень у роботі використані результати багаторічних спостережень за територією Аральського моря.

Окремо слід зупинитися на лабораторних роботах, об'єднаних єдиною метою – отриманням аерокосмічних знімків з різних джерел. Починаючи з лабораторної роботи № 5 *"Програма дистанційного вивчення поверхні Землі Google Earth"*, в якій учні оволодівають навичками роботи з інтерактивним георесурсом **Google Earth** і закінчуючи лабораторною роботою № 8 *"Вивчення електронної бази даних аерокосмічних знімків в програмі РНОА"*, в якій школярі вивчають освітню базу даних ДЗЗ (див. додаток №2). Усі вони присвячені одному з основних завдань у педагогічній геоінформатиці – способу отримання інформаційних освітніх ресурсів. Після виконання цього циклу лабораторних робіт, учні отримують практичні навички, що забезпечують їм доступ до різних джерел даних ДЗЗ.

Лабораторні заняття проходять в груповій та індивідуальній формах, фронтальний варіант проведення занять практично не застосовується. Основною формою організації лабораторних робіт є позаурочна, перш за все – факультативні і гурткові заняття. Разом з тим, для класів з профільною підготовкою, може бути використана і класно-урочна форма.

Організаційно, лабораторні роботи виконуються в комп'ютерному класі і проводиться в три етапи. На *першому етапі* вчителем пояснюється мета роботи, вводяться основні поняття, і проводиться інструктаж про хід проведення роботи. Пізніше школярі одержують завдання (*другий етап*). Тут слід звернути увагу на декілька важливих моментів. По-перше, не дивлячись на те, що всі учні виконують одну й ту ж лабораторну роботу, аерокосмічні знімки, використовувані як освітній ресурс, у кожного повинні бути індивідуальні. Це сприяє підвищенню самостійності роботи учнів. По-друге, не рекомендується виконувати роботу групою більше двох чоловік, так як в іншому випадку велика ймовірність нерівномірної участі школярів роботі. У третіх, залежно від складності виконуваної лабораторної роботи, час, необхідний для її виконання, може істотно коливатися. При цьому бажано жорстко не обмежувати учнів часовими рамками, оскільки це істотно знижує їх творчий потенціал.

Безпосередньо робота виконується на комп'ютері з використанням методичних рекомендацій, в яких детально описана послідовність операцій. Приклади таких методичних рекомендацій наведені в додатку №2 до навчального посібника. При виконанні лабораторної роботи школярі одержують навички роботи з аерокосмічними знімками, підвищують свою інформаційну підготовку, вчаться самостійно вирішувати практичні завдання і приймати рішення.

На *третьому етапі*, після закінчення роботи, здійснюється оформлення результатів роботи та її захист. Оформлення лабораторної роботи проводиться кожним учнем індивідуально, із застосуванням презентації, яка є невід'ємною частиною захисту. Захист лабораторних робіт слід проводити колегіально з залученням всіх учасників до процесу обговорення й прийняття рішення.

Підкреслимо, що результати успішно виконаної лабораторної роботи повинні слугувати засобом, інструментом при вирішенні інших, більш складних завдань і можуть скласти основу для дослідницької діяльності учня. Під дослідницькою діяльністю розуміється творчий процес спільної діяльності двох суб'єктів (вчителя та учня) з пошуку розв'язання невідомого, результатом якої є формування дослідницького стилю мислення і світогляду загалом [43].

Основною метою організації науково-дослідницької роботи є виявлення та підтримка обдарованих учнів, а також розвиток їх інтелектуальних і творчих здібностей.

Вкрай важливим є правильний вибір теми досліджень. При цьому слід звернути увагу на те, що мета роботи має бути конкретною, зрозумілою і доступною. Необхідно, щоб учень в процесі виконання роботи відчував практичну значимість своїх досліджень. Враховуючи специфіку інформації, яка відображається даними ДЗЗ про стан поверхні Землі, слід окреслити те коло питань, яке може лягти в основу дослідницької роботи учнів.

У першу чергу, це різного роду територіальні дослідження, спрямовані на вирішення конкретних проблем конкретного регіону. Це можуть бути дослідження

моніторингу природних і антропогенних територій. Аналіз різночасових знімків однієї й тієї ж території дає можливість учням побудувати динамічні карти, що відображають зміни в навколишньому середовищі: екологічні порушення, антропогенні зміни, вирубка лісів тощо. Другий напрямок дослідницької діяльності учнів – складання та уточнення картографічних матеріалів, а також облік земельного фонду. Ці роботи більш прикладні, але враховуючи їх велике практичне значення, становлять особливий інтерес.

Третій напрямок використання даних ДЗЗ в якості основи для проведення дослідницьких робіт – це детальне вивчення космічних знімків, з метою виявлення нетипових або унікальних об'єктів та процесів на поверхні Землі. У розділі 3.5 даного посібника наведені приклади, коли детальні спостереження різних дослідників приводили до відкриттів, багато з яких можна долучити до розряду унікальних.

Таким чином, дані ДЗЗ являють собою невичерпне джерело унікальної інформації, що відкриває перед учнями двері у світ незвіданого. Завдання вчителя допомогти школярам відкрити ці двері.

Запитання для самоконтролю

- 1. Назвіть основні цілі творчої практичної і дослідницької роботи учнів на основі даних ДЗЗ.*
- 2. У загальних рисах розкрийте порядок проведення практичних робіт з використанням аерокосмічних знімків.*
- 3. У загальних рисах розкрийте порядок проведення лабораторних робіт з використанням аерокосмічних знімків.*
- 4. Дайте характеристику етапів проведення лабораторних робіт у комп'ютерному класі.*
- 5. Окресліть коло питань, які можуть лягти в основу дослідницької роботи учнів з використанням аерокосмічних знімків.*

3.7. Джерела освітніх ресурсів ДЗЗ

Сьогодні накопичений величезний фонд (понад 100 мільйонів) аерокосмічних знімків, що повністю покривають всю поверхню Землі, а для значної частини районів з багаторазовим перекриттям. При цьому основними джерелами даних ДЗЗ є:

- різноманітні паперові носії інформації (наукова і навчальна література, атласи знімків, архіви фотознімків тощо);
- інтернет-ресурси (каталоги цифрових даних, інтерактивні веб-георесурси тощо);
- індивідуальні засоби отримання даних ДЗЗ (станції прийому космічних сигналів, знімальна апаратура, встановлена на БПЛА, повітряних зміях тощо);
- інформаційні тематичні бази даних ДЗЗ.

Не дивлячись на таку велику кількість джерел, однією з найважливіших проблем, які стримують сьогодні активне впровадження даних ДЗЗ в освітній

простір, є забезпеченість навчального процесу аерокосмічними знімками, що відповідають вимогам, які пред'являються до освітніх ресурсів.

І.Тімохіна [18] сформулювала вимоги до відбору аерокосмічних зображень для формування предметних результатів навчання географії, які можна об'єднати в три групи: *науково-педагогічні, технічні та специфічні*.

Науково-педагогічні вимоги забезпечують відповідність змісту знімків цілям і завданням освіти, дозволяють застосовувати при роботі зі знімками відповідні методи і організаційні форми навчання.

Технічні та специфічні вимоги включають облік дешифрувальних властивостей зображень Землі з космосу, що залежать від конкретних умов зйомки.

Основна частина знімків, одержуваних з перерахованих вище носіїв, являють собою не оброблені зображення поверхні Землі. Їх застосування в навчальному процесі вимагає ретельного відбору, обробки і підготовки, яка включає в себе їх відновлення і корекцію, перетворення та дешифрування, а в кінцевому підсумку – отримання необхідної навчальної інформації.

Більшість вчителів не мають для цього необхідної підготовки, що є стримуючим чинником. У цьому зв'язку нижче надано коротку характеристику основних джерел даних ДЗЗ, з акцентом на їх освітню складову.

3.7.1. Паперові інформаційні носії

Це історично сформована найбільш традиційна форма зберігання та використання аерокосмічних знімків. З появою перших фотографій поверхні Землі в 30-40 роки минулого століття і до теперішнього часу, в загальноосвітній, навчальній і науковій літературі накопичився величезний обсяг аерокосмічних знімків. Так, наприклад, аерознімки всієї території Радянського Союзу за більш ніж 50 років у значній кількості є в фондах різних аерогеодезичних підприємств та спеціалізованих інститутах. У тисячах наукових монографій і журналів опубліковані унікальні зображення поверхні Землі з їх описом та характеристикою. Однак їх використання в якості освітніх ресурсів вкрай обмежено.

Аерокосмічні знімки в навчальній літературі та спеціалізовані навчальні атласи являють собою найбільш поширені джерела даних ДЗЗ в шкільній географії. Сьогодні практично жодний підручник і жодний шкільний атлас не обходяться без публікації аерокосмічних знімків. Звичайно, такі окремі розрізнені зображення мають ознайомлювальне значення і не можуть розглядатися як наочні засоби.

Основними освітніми ресурсами серед джерел даного типу можна розглядати спеціалізовані супутникові та комплексні навчальні і наукові атласи, які видані або видаються останнім часом у багатьох країнах світу. Першим подібним виданням є навчальний атлас, опублікований в 1982 році в Радянському Союзі "*СРСР з космосу*". У ньому вперше були зібрані супутникові знімки низького дозволу, які демонструють потенціал використання космічних технологій для народного господарства країни.

Значний інтерес представляє виданий у Росії в 2007 році "*Новейший атлас мира с космическими снимками*" [30]. Він складається з двох частин. У першій частині вміщені карти регіонів світу, виконані в масштабі 1:30000000 і доповнені космічними знімками того ж масштабу та проекції. Космічний знімок дає візуальне уявлення карти, карта пояснює космічний знімок. У другій частині атласу зображені

всі континенти у масштабі 1:4500000. Особливо цікаві міста і місцевості марковані на карті і представлені на наступних сторінках у вигляді деталізованих космічних знімків. Понад 100 космічних знімків вражають багатством деталей і найвищою роздільною здатністю. Оптично точна інформація метрового рівня дозволу, відтворена на знімках "GeoEye" аж до найдрібніших подробиць, дозволяє побачити і вивчити природу та її ландшафти, дає уявлення про основні столиці світу, і найголовніше, що всі знімки забезпечені текстами, що містять цікаві факти і подробиці.

Опубліковано значну кількість вузькоспеціалізованих навчально-наукових атласів, рекомендованих для використання при вивченні шкільних курсів географії. Слід зазначити особливий внесок учених і педагогів МДУ (Росія) в цьому напрямку. Так, наприклад, у 1998 році ними був випущений атлас "*Космические методы геоэкологии*" [1], що містить десятки кольорових космічних знімків, схеми їх дешифрування, тематичні екологічні карти, складені за результатами аналізу знімків, дає характеристику методів використання космічних знімків при дослідженні екологічних проблем.

У лабораторії аерокосмічних методів кафедри картографії та геоінформатики географічного факультету МДУ розроблений атлас "*Устья рек мира*", що відображає гирла 85 найважливіших річок світу на космічних знімках [21]. Характеризуються райони гирлового узмор'я, морфологічні особливості дельт річок, їх багаторічна і сезонна динаміка, ландшафти і використання земель дельт, гідротехнічні споруди в дельтах, порти, культурно-історичні пам'ятки, рекреаційні об'єкти.

Не залишаються подібні видання без уваги в країнах Європи і США. За останні двадцять років там видано значну кількість атласів, що містять космічні знімки. Як приклад, можна навести великоформатний атлас "*Одна планета, багато людей: атлас змін навколишнього середовища*" розроблений спільно з геологічною службою США, НАСА і Мерилендським університетом [47]. Атлас, при складанні якого використані супутникові знімки та інші передові технології дистанційного зондування, призначений для документального підтвердження глобальних змін у навколишньому середовищі в результаті природних процесів і діяльності людини. Більшість знімків в атласі зроблені супутниками "*Landsat*".

Основною перешкодою для широкого використання даних освітніх ресурсів у навчальному процесі сучасної школи є їх досить висока вартість і вкрай малі тиражі друку. Їх розміщення в мережі Інтернет сприяє істотному збільшенню освітнього потенціалу даних ресурсів.

3.7.2. Інтернет-ресурси – основні джерела отримання аерокосмічних знімків

Сьогодні Інтернет є одним з основних способів отримання даних дистанційного зондування Землі. При цьому всі Інтернет-джерела можна розділити на три групи.

Перша група – це сайти науково-технічних організацій та фірм – розповсюджувачів, на яких можна переглянути оглядові зображення, вибрати знімки за каталогом, замовити їх або відразу отримати по мережі. Важливо, що це дозволяє зорієнтуватися в динамічному ринку даних дистанційного зондування, ознайомившись з характеристиками супутників, знімальної апаратури та самої

продукції. На сьогодні безпосереднє скачування знімків високої і надвисокої роздільної здатності в мережі Інтернет обмежена внаслідок їх великого обсягу (більш декількох сотень мегабайт). У цьому зв'язку, можливе в основному отримання даних ДЗЗ низького дозволу з метеорологічних супутників ("NOAA", "Ресурс", "GMS"). Це безкоштовна категорія знімків, і вони часто оновлюються, що дає можливість здійснювати оперативний моніторинг Землі. У таблиці 3.7 наведені приклади сайтів, що забезпечують безкоштовне отримання космічних знімків в мережі Інтернет. Технологія отримання доступу до каталогів знімків у кожного з постачальників дещо відрізняється, хоча має багато спільного. У цьому зв'язку в додатку №2 до навчального посібника наведена методична розробка лабораторної роботи № 6 "Знайомство з каталогом космічних знімків *Global Land Cover Facility*", при виконанні якої учні можуть оволодіти навичками отримання знімків з мережі Інтернет на прикладі каталогу **Global Land Cover Facility (GLCF)**.

Таблиця 3.7.

Приклади сайтів, що забезпечують безкоштовне отримання космічних знімків з мережі Інтернет

Електронна адреса інтернет-ресурса	Коротка характеристика одержуваних знімків
http://www.goes.noaa.gov	Знімки з геостационарного супутника GOES . Глобальне охоплення при дуже низькому просторовому вирішенні (більше 1 км). Оновлення даних кожні 15 хвилин дозволяє простежувати динаміку атмосферних процесів
http://www.nottingham.ac.uk/meteosat/	Знімки, отримані з геостационарного супутника METEOSAT . Застосовуються для метеорологічних спостережень.
http://earth.jsc.nasa.gov	Космічні знімки НАСА за розділами: міста, природні ландшафти, антропогенні ландшафти, атмосферні процеси, країни світу. Кожне фото забезпечено географічним коментарем (анг.).
http://www.spaceimaging.com	Космічні знімки високого дозволу окремих ділянок Землі (міста, природні ландшафти, форми рельєфу).
http://www.saa.noaa.gov	Знімки супутника NOAA на полярній орбіті. Архів дозволяє вводити тимчасові і просторові критерії, тип знімальної апаратури. Області застосування: метеорологія, екологія, сільське і лісове господарство.
http://glovis.usgs.gov/	Космічні знімки відносно високого дозволу, отримані з супутника LANDSAT - 7 . Використовуються для моніторингу територій та прогнозування природно-антропогенних процесів.
http://geoportal.ntsomz.ru/	Знімки, отримані з російських і зарубіжних супутників середнього і високого дозволу. Використовуються для вирішення широкого кола практичних задач.
http://earthexplorer.usgs.gov	Знімки високого просторового дозволу, отримані з супутника LANDSAT TM , використовуваних в багатьох областях науки і економіки

Для отримання знімків високої роздільної здатності існують спеціальні програми, які є "посередником" між користувачем і власником інформації. Прикладом таких програм може бути такий ресурс, як **SAS.Планета** (додаток № 2, рис. Д-26). Її можна отримати з сайту розробника абсолютно безкоштовно за адресою <http://sasgis.ru>. Програма дозволяє отримувати знімки високої роздільної здатності всього світу з 16-ти різних джерел. Крім того, вона дозволяє ще й працювати з отриманими зображеннями: обчислювати координати заданої місцевості, визначати відстань між об'єктами, наносити маршрути і мітки тощо. Важливо, що програма **SAS.Планета** працює з картами в трьох режимах – тільки з мережі Інтернет, з Інтернету і кеша, або тільки з кешу. "*Кеш*" означає, що для роботи з уже отриманими картами програма буде завантажувати їх з жорсткого диска. Це істотно прискорює швидкість промальовування зображень.

Крім того, програма дозволяє отримувати інформацію в трьох видах: *Супутник*, *Карта* та *Ландшафт*. *Супутник* показує безпосередній космічний знімок вибраної ділянки планети. *Карта* – це вже оброблений космічний знімок, де вся деталізація зводиться до виділення транспортних магістралей. І *Ландшафт* – теж спрощений варіант космознімків, але з деталізацією на формах рельєфу. Крім цього, SAS.Планета дозволяє працювати з різними інформаційними шарами (пам'ятки, фотографії, мітки тощо), що накладаються на знімки. Це істотно розширює їх функціональність і інформативність.

У додатку №2 до навчального посібника наведена методична розробка лабораторної роботи №7 "*Завантаження супутникових знімків та їх комп'ютерна обробка в програмі SAS.Планета*". Її виконання дозволить учням навчитися за допомогою цієї програми завантажувати і обробляти супутникові знімки.

Виконання цієї лабораторної роботи вимагає певного рівня комплексної підготовки учнів, а саме: знання основ ДЗЗ, глибокі географічні знання і базова інформаційна підготовка. У цьому зв'язку основною формою організації занять є позаурочна, зокрема факультатив і гурткова робота. У той же час, в профільних географічних класах при відповідній підготовці вчителя можливе проведення лабораторних робіт і в класно-урочній формі.

Другу групу представляють різні інтерактивні інтернет-геосервіси: **Google Maps, Google Earth, NASA World Wind, EarthNavigator, EarthBrowser** та ін. Загальна характеристика ресурсів даного типу та методика їх застосування в освітніх цілях наведена в розділі 3.6. Відзначимо лише, що за допомогою цих ресурсів можна отримувати знімки давністю від одного до десяти років середнього та високого дозволу з можливістю зміни масштабу. Всі вони пропонують зручну для користувача технологію пошуку об'єктів, а також різні додаткові сервіси (прив'язані до карт відео і фотографії, перегляд вулиць, маршрути проїзду тощо).

Унікальність таких геосервісів в їх інтерактивності. Вони дозволяють користувачеві за допомогою мережі Інтернет бути не тільки споживачами інформації, але і її творцями. Як і в багатьох інших сферах, залучених Інтернетом, в дистанційному зондуванні також починається епоха **UGC** (*user-generated content*, зміст, створюване самими користувачами) і його особливого випадку – **VGI** (*volunteered geographic information*, географічна інформація, створювана користувачами). Поява в широкому доступі космічних знімків уже призвела до запуску проектів, що використовують ці дані в якості підкладки, на які можливе

накладення різноманітної геоінформації (наприклад, **WikiMapia**). У цьому зв'язку дешифрування знімків перестає бути прерогативою експертів і спробувати себе в ролі дешифрувальника може будь-який учень, який має певний рівень підготовки.

Третю групу складають різні, найчастіше не спеціалізовані сайти, на яких в якості образотворчих інформаційних ресурсів, поміщені кольорові і унікальні за змістом аерокосмічні знімки високої і надвисокої роздільної здатності. Більшість з них отримано в результаті фотографування поверхні Землі космонавтами, які перебувають на борту орбітальних станцій і космічних кораблів. Головна мета, з якою публікуються ці знімки – показати різноманіття і красу нашої Землі, а також привернути увагу громадськості до різного роду проблем, з якими стикається людство. Більшість цих знімків не мають точної картографічної прив'язки, часто не містять навіть короткого коментарю, але, тим не менше, враховуючи їх унікальність, можна з певними інформаційними доповненнями рекомендувати їх в якості образотворчого наочного засобу (див. розділ 3.3).

3.7.3. Індивідуальні джерела даних ДЗЗ

Сьогодні більшість шкіл мають можливість отримувати аерокосмічні знімки з індивідуальних джерел. Найбільш сучасним і прогресивним слід визнати можливість отримання космічних зображень за допомогою *персональних станцій прийому супутникової інформації*. Сьогодні в Росії ("*Космос-2М*", "*Унискан*", "*Алиса-СК*") і Україні ("*КосмЕК*") випускаються станції, призначені для прийому зображень Землі у видимому й інфрачервоному діапазонах, які передаються з полярно-орбітальних супутників серії "*NOAA*", "*Метеор*", "*Ресурс*", "*Океан*" і "*Січ*". У середньому за добу можна виконувати до 30 сеансів. Час зони видимості від 6 до 15 хвилин. Обсяг інформації, що отримується за один сеанс зв'язку, тобто поки супутник проходить через зону видимості станції, може становити $3 \div 20$ МБ. Одержуване зображення може охоплювати собою величезні площі в самих різних точках планети, аж до декількох мільйонів квадратних кілометрів. В Україні станція дозволяє спостерігати територію від Піренеїв до Уральських гір по довготі і від Північної Африки до Скандинавії по широті. Отримані знімки можуть бути як чорно-білими так і кольоровими в картографічній проекції масштабу 1:10 000 000.

Станція складається з антени з підсилювачем і приймача, підключеного до комп'ютера (рис. 3.24). Крім того необхідно спеціальне програмне забезпечення (наприклад, **Метеоскан**), що управляє роботою станції, а також спеціальні програми (наприклад, **APT-Viewe**), які перетворюють зовні не виразні первинні зображення, що нагадують шкільні контурні карти, у повноцінні супутникові знімки. Програма накладе на знімки населені пункти – від мегаполісів до сіл, обчислить висоту хмарності, температуру землі, повітря, хмар, і безліч інших параметрів. Знімки можна навіть дивитися в 3D форматі, через окуляри зі склом різного кольору. Маючи простий інтерфейс, програма дозволяє формувати тривимірні зображення хмар, зшивати різні знімки в один, формувати наочні графіки статистики по годинах, днях, а також багато іншого.

Технології отримання та обробки космічних знімків за допомогою станції, встановленої в школі, крім підвищення пізнавального інтересу в учнів, дозволяють вирішити ряд важливих навчальних завдань: виявлення типів хмарності, висоту хмарності, прогноз випадання опадів, кліматоутворюючі фактори; сезонне

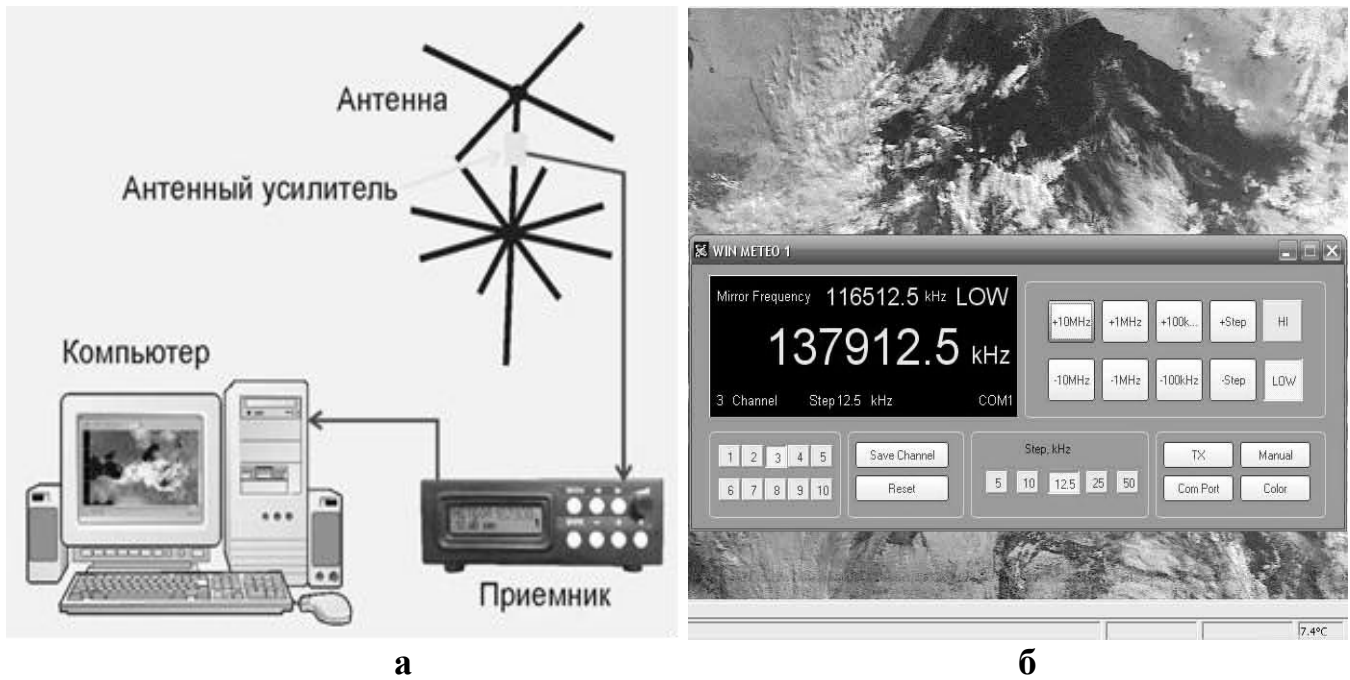


Рис. 3.24.Склад (а) і програма керування та налаштування (б) приймача супутникової інформації

розміщення і динаміку розвитку циклонів і антициклонів, відмінні температурні характеристики морів і озер, фіксація осередків займання тощо. Така організація уроків сприяє активній участі учнів у науково-дослідній роботі, розширює географічну область знань, підвищує практичну значимість предмета географія.

Уроки із застосуванням станцій прийому супутникових сигналів передбачають індивідуалізацію навчання і дають первинні навички в освоєнні професії оператора тематичної обробки інформації. Урочні, програмні знання здобувають практичну значимість. Методичні особливості застосування технологій дистанційного зондування Землі в режимі реального часу детально описані в навчально-методичному посібнику, укладеному під керівництвом професора М.Шахраманьян [40]. У посібнику представлені методичні розробки уроків по застосуванню сучасних космічних технологій, які рекомендуються вчителям географії у 6-8 класах. Описується досвід використання малогабаритного апаратно-програмного комплексу прийому супутникових зображень Землі. Найбільш успішно і продуктивно космічні технології застосовуються при вивченні тем: *"Географічна карта", "Широта і довгота", "Атмосфера", "Клімат", "Погода", "Світовий океан", "Внутрішні води", "Льодовики", "Природні комплекси"*

Більш дешевим і доступним способом отримання власних аерознімків є зйомка поверхні Землі з різного роду легких носіїв: безпілотні літальні апарати (БПЛА), аеростати, повітряні змії і кулі. Використовуючи ці досить прості і не дуже дорогі пристрої, школярі можуть самостійно отримувати аерознімки будь-яких територій з висоти до 200 метрів. БПЛА являють собою різного роду радіокеровані моделі літаків і вертольотів, до яких прикріплюють фотокамеру, яка здійснює фотозйомку (див. розділ 1.3.1). Маючи невелику технічну підготовку, учні на заняттях факультативу або гуртка можуть приладнати невеликі фотоапарати радіокерованих моделей.

Ще більш доступним і дешевим слід визнати зйомку з повітряних зміїв або куль. Взагалі *кепінг* – фотозйомка з повітряного змія, сьогодні активно розвивається

за кордоном як хобі або вид мистецтва. Виник навіть спеціальний термін "КАР" – *Kite Aerial Photography*, аерофотозйомка з повітряного змія. Сьогодні в Інтернеті є досить велика кількість описів технічних рішень підйому фотокамери за допомогою різних конструкцій повітряного змія. Крім того, на сайті проекту **The Public Laboratory** можна знайти інструкцію про те, як самостійно зробити аеростат для проведення аерозйомки. Учні під керівництвом учителя здатні побудувати вподобану конструкцію (рис. 3.25а). Головне, що в кінцевому підсумку школярі з величезним задоволенням отримують великомасштабні аерознімки надвисокої роздільної здатності. При цьому слід звернути особливу увагу на дотримання правил безпеки в процесі проведення зйомки (наприклад, забороняється запускати змія під час грози і поблизу ліній ЛЕП).

Маючи дані знімки, учні можуть здійснювати великомасштабне картографування. Причому дана робота може мати і велике практичне значення, оскільки в Україні проводиться повномасштабна інвентаризація земельних угідь.

Сьогодні навіть корпорація **Google** використовує повітряного змія для отримання аерознімків надвисокої роздільної здатності. У даний момент доступні знімки більш ніж сорока місць з високою роздільною здатністю (рис. 3.25б). Щоб переглянути фото, користувачеві потрібно завантажити файл **.KLM** з даними і відкрити його в **Google Earth**.

Цілком зрозуміло, що проведення таких зйомок можна здійснювати лише у позаурочній формі, однак отримувані в результаті знімки можуть з успіхом використовуватися і в класно-урочній формі організації навчання. Наприклад, ці аерознімки можуть слугувати картографічною основою для проведення лабораторної роботи № 2 «Побудова планів місцевості за даними дешифрування аерокосмічних знімків» (див. додаток № 2 до навчального посібника).



Рис. 3.25. Аерофотозйомка за допомогою повітряного змія (а) і отриманий в результаті знімок атола Маніхі (б).

3.7.4. Інформаційні тематичні бази даних ДЗЗ

Суттєве збільшення обсягів даних ДЗЗ, що надходять безперервно з різних носіїв, зумовило необхідність створення систем їх каталогізації, як невід'ємного етапу архівації та фізичного розміщення даних на певних носіях. Такі системи називаються *базами даних ДЗЗ*. Вони призначені для забезпечення наступних функцій:

- розміщення знімків і їх характеристик, у зручній для користувача формі
- систематизація даних за певними критеріями;
- швидке отримання інформації про знімки, що зберігаються в базі даних;
- пошук і вибір інформації, що цікавить за запитом користувача;
- вивід інформації в зручній для користувача формі.

Бази даних ДЗЗ великих компаній-постачальників представляють собою складні за структурою і значні за обсягом каталогізовані архіви з багатофункціональною системою комп'ютерного управління. Вони використовуються головним чином для вирішення складних науково-практичних завдань. Збережена інформація надається компаніями-постачальниками за заявками споживачів за певну плату у 2-х видах: у вигляді цифрових даних, записаних на оптичних дисках або у вигляді паперових роздруківок.

Рядові користувачі в своїй роботі використовують більш прості спеціалізовані системи зберігання інформації, об'єднані розробником за певними критеріями (території охоплення, характер інформації, часовий період тощо). Саме такі бази даних ДЗЗ являють собою інформаційні ресурси, рекомендовані до використання в навчальному процесі.

Як приклад, можна навести електронну *"Супутникову карту Києва"*, створену в 2005 році фахівцями компанії *Transnavicom* на 4 CD дисках. Програма являє собою просторову базу даних, в якій космічні знімки, зроблені американським супутником **Quick Bird** (просторовий дозвіл 60 см), об'єднані в єдину цифрову модель. Окрім перегляду знімків, програма володіє широким діапазоном масштабування, пошуковою системою районів, вулиць і будинків, а також дозволяє визначити дистанції між об'єктами на знімку міста. І все це можливо отримати без необхідності доступу в мережу Інтернет.

Аналізуючи дану програму та аналогічні ресурси (*"3D Модель Москви"*, *"Супутникова мапа Дніпропетровська"* тощо) слід зазначити, що інформація, яка міститься в них, має фрагментарне значення і обмежене застосування в навчальному процесі. У цьому зв'язку, на основі аналізу великого матеріалу, нами була зібрана колекція з більш ніж 600 аерокосмічних знімків, об'єднаних за принципом відповідності вимогам до освітніх ресурсів, а саме, їх високе інформаційне навантаження і наочність. Для роботи з колекцією була використана програма **PhoA**, що представляє собою просту і достатньо ефективну базу даних оперування цифровими зображеннями.

В додатку №2 на рис. Д-34 представлено головне вікно програми. Цей режим є стартовим для неї. Головне вікно програми побудовано за принципом стандартного **Провідника Windows**: у лівій частині розташоване дерево груп-папок, а в правій відображаються ескізи і опис зображень, що знаходяться в обраній зліва групі.


Усі знімки зберігаються в папці **Фотоальбом** – віртуальній папці, яка має фізичне уявлення у вигляді бінарного файлу формату *.phoa*, що відкривається даною програмою. Кожен знімок містить його коротку характеристику. Вікно перегляду властивостей зображення відкривається, якщо виділивши один або декілька знімків в *Головному меню* програми, вибрати команду меню **Правка – Изменить – Данные** або натиснути комбінацію клавіш **Alt + Enter**. На сторінці діалогу властивостей (додаток №2, рис. Д-38) містяться такі дані: назва знімка, його географічна прив'язка, папка зберігання, джерело (носій знімальної апаратури, час і режим зйомки) і короткий опис аерокосмічного знімка. В описі основну увагу приділено характеристиці зображених географічних об'єктів та їх дешифрувальних ознак в обсязі, що забезпечує застосування знімка в якості ілюстрації, при вивченні окремих розділів або тем курсів шкільної географії.


PhoA має досить потужний засіб вибірки зображень. Найпростішим способом пошуку є вибір знімків з головного меню програми. Для цього переглядаються ескізи знімків і при виявленні потрібного, кликнувши лівою кнопкою миші, відкриваємо режим перегляду зображення (додаток №2, рис. Д-35).

У режимі перегляду доступні наступні функції:

- масштабування (збільшення і зменшення) зображення;
- прокрутка зображення мишею або клавішами, якщо воно не поміщається цілком на екрані;
- перехід до наступного, попереднього, першого і останнього зображення в поточному списку перегляду;
- перемикання з віконного в повноекранний режим і назад;
- зміна властивостей поточного зображення;
- включення / вимикання режиму показу слайдів;
- виведення на екран опису знімка;
- виклик налаштувань програми тощо.

Однак враховуючи величезну кількість знімків в базі даних (більше 600) і неможливість отримання інформації про зміст зображення за його ескізом, слід визнати більш ефективний пошук, де в якості критеріїв пошуку виступають властивості зображення і в першу чергу – *ключові слова*. Ключові слова – це набір слів, здатних у сукупності передати смислове навантаження про об'єкт, який вони характеризують. При додаванні знімків в базу даних ДЗЗ обов'язковою умовою є введення ключових слів. В якості ключових слів виступають назви географічних об'єктів і процесів, назви тем з розділів курсів шкільної географії тощо. Список ключових слів можна переглянути в режимі **Свойства изображения** (додаток №2, рис. Д-37).

Для здійснення пошуку за ключовими словами слід натиснути на піктограмі **Поиск**  (або натисніть **F3**). У вікні **Поиск изображений** виберіть послідовно **Свойства изображения – Ключевые слова**. Кликнув на кнопці в полі **Значение**, відкриваємо вікно **Выбор ключевых слов**. Виділяємо необхідні ключові слова і кликнувши **ОК** знайомимося з результатом пошуку знімків у вікні.

При необхідності обраний аерокосмічний знімок можна скопіювати для використання при складанні презентації до уроку. Для цього у вікні **Свойства изображения** слід вибрати **Свойства файла**. У діалоговому вікні можна побачити адресу знімка на диску. Кликнув на піктограмі **Сменить файл**  **Сменить файл...**,

одержуємо доступ до цього місця і копіюємо необхідний файл для подальшого використання.

Розроблена колекція призначена в першу чергу для вчителів. Знімки та супроводжуючі їх коментарі, дозволяють при підготовці вчителя до уроку отримати додатковий високоефективний наочний засіб. При цьому пошук необхідних знімків і їх аналіз не займе у викладача багато часу. Методика і форма їх використання аналогічна застосуванню на уроках географії образотворчих засобів навчання.

Крім того, база даних ДЗЗ може слугувати основою для проведення факультативних занять. У додатку №2 до навчального посібника наведена методична розробка лабораторної роботи №8 "Вивчення електронної бази даних аерокосмічних знімків у програмі *RhoA*", виконання якої дозволить учням навчитися використовувати дану базу для пошуку необхідної інформації, а що найголовніше – самостійно її поповнювати.

Запитання для самоконтролю

- 1. У загальних рисах охарактеризуйте роль паперових інформаційних носіїв у забезпеченості навчального процесу аерокосмічними знімками.*
- 2. У загальних рисах охарактеризуйте роль Інтернет-ресурсів у забезпеченості навчального процесу аерокосмічними знімками.*
- 3. У загальних рисах охарактеризуйте роль індивідуальних джерел у забезпеченості навчального процесу аерокосмічними знімками.*
- 4. У загальних рисах охарактеризуйте роль інформаційних тематичних баз даних у забезпеченості навчального процесу аерокосмічними знімками.*

Література

1. Атлас «Космические методы геоэкологии» / ред. В. И. Кравцова. – М.: МГУ, 1998. – 108 с.
2. Аэрокосмические методы геологических исследований / ред. А. В. Перцова. – СПб.: Изд-во Картофабрики «ВСЕГЕИ», 2000. – 316 с.
3. Барладін О. В. Підготовка даних ДЗЗ для використання в мультимедійних картографічних виданнях / О. В. Барладін, Л. І. Миколенко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2010. – №20. – С. 142 - 150.
4. Берлянт А. М. Геоинформатика: наука, технология, учебная дисциплина / А. М. Берлянт // Вестник Моск. ун-та. – 1992. – № 2. – С. 16 - 23.
5. Вокруг и около. Материалы конкурса методических разработок использования изображений Земли из космоса в общей школе и дополнительном образовании детей и молодежи / ред. Е. В. Смирнова. – М.: Прозрачный мир, 2009. – 160 с.
6. Гаврилова И. И., Степанов В. Я. Компьютерная обработка снимков / И. И. Гаврилова, В. Я. Степанов – Тверь.: ТГТУ, 2009. – 185 с.
7. Гичка М. Н. Дистанционное зондирование Земли на службе человека / М. Н. Гичка // Интернет-журнал «Наше будущее». – Режим доступа: <http://uneworld.ucoz.com/>.
8. Голов В. П. Средства обучения географии и условия их эффективного использования: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов / В. П. Голов – М.: Просвещение, 1987. – 222 с.
9. Грамолин, В. В. Обучающие компьютерные игры / В. В. Грамолин // Информатика и образование. - 1994 .-- №4. – С. 56 - 60.
10. Гуторова Л. Е. Преподавание геоинформатики в вузе / Л. Е. Гуторова // Педагогическая информатика. – 2003. – №2. – С. 21 - 31.
11. Данилова И. В. Развитие игровых технологий в обучении школьной географии / И. В. Данилова // Ярославский педагогический вестник. – 2003. – №2(35). – С. 1 - 8.
12. Даценко Л. М. Основи геоінформаційних систем і технологій у школах світу / Л. М. Даценко, В. І. Остроух // Краєзнавство. Географія. Туризм. – 2010. – №46 (676). – С. 15 - 21.
13. Дейвис Ш. М., Ландгребе Д. А., Филлипс Т. Л. Дистанционное зондирование: количественный подход. / Ш. М. Дейвис, Д. А. Ландгребе, Т. Л. Филлипс – М.: Недра, 1983. – 415 с.
14. Душина И. В., Понурова Г. А. Методика преподавания географии: Пособие для учителей и студентов педагогических университетов и институтов / И. В. Душина, Г. А. Понурова. – М.: Просвещение, 1996. – 192 с.
15. Иванников А. Д. Геоинформатика / А. Д. Иванников, В. П. Кулагин, А. Н. Тихонов, В. Я. Цветков. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 349 с.
16. Изображение Земли из космоса: примеры применения: Научно-популярное издание – М.: ООО ИТЦ «Сканэкс», 2005. – 100 с.

17. Кашкин В. Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие / В. Б. Кашкин, А. И. Сухинин. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
18. Киямова И. Б. (Тимохина И. Б.), Летьгин А. А. Возможности использования результатов дистанционного зондирования в школьных курсах географии / И. Б. Киямова (И. Б. Тимохина), А. А. Летьгин // Наука и школа. – М.: Прометей МПГУ, – 2010. – №6. – С. 77 - 81.
19. Коновалова Н. В., Капралов Е. Г. Введение в ГИС / Н.В.Коновалова, Е.Г.Капралов. – М.: ООО «Библион», 1997. – 160 с.
20. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований / Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. – М.: Академия, 2004. – 336 с.
21. Кравцова В. И., Митькиных Н. С. Атлас космических снимков «Устья рек Мира» / В. И. Кравцова, Н. С. Митькиных // Геоинформатика. – 2009 – №4. – С. 52 - 62.
22. Крылова О. В., Крылов А. И., Корниенко П. А. Методические рекомендации по работе с интерактивными наглядными пособиями по географии / О. В. Крылова, А. И. Крылов, П. А. Корниенко. – М.: Дрофа, 2007. – 177 с.
23. Лабутина И. А. Дешифрование аэрокосмических снимков / И. А. Лабутина. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
24. Лурье И. К. Подготовка специалистов в области геоинформатики / И. К. Лурье, В. С. Тикунов // Вестник МГУ. Сер. 5, География.-1993. – № 1. – С. 3-10.
25. Мазурина Л. В. Космическая география / Л. В. Мазурина. – М.: 2006. – 130 с.
26. Маргулис Е. Д. Компьютерная игра в учебном процессе / Е. Д. Маргулис // Сов. педагогика. – 1989. – №4. – С. 23.
27. Михайлов А. Е., Корчуганова Н. И., Баранов Ю. Б. Дистанционные методы в геологии / А. Е. Михайлов, Н. И. Корчуганова, Ю. Б. Баранов. – М.: Недра, 1993. – 224 с.
28. Муртузалиева А. С. Курс по выбору «Геоинформатика» в развитии информационной подготовки будущего педагога профессионального обучения / А. С. Муртузалиева // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 6 – С. 95 - 99.
29. Николаев В. А., Цыпина Э. М. Природные зоны СССР на космических снимках: Новое учебное пособие для средней школы / В. А. Николаев, Э. М. Цыпина // Вести Моск. ун-та. Серия геогр.– 1988.– № 2. – С.32 - 36.
30. Новейший атлас мира с космическими снимками / ред. Р. Мочински. – М.: Астрель, 2007. – 486 с.
31. Остроух В. И., Даценко Л. Н. Учебное пособие «Основы геоинформационных систем и технологий» как пример реализации современных методов обучения в контексте информатизации образования / В. И. Остроух, Л. Н. Доценко // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії – Харків.: 2011. – Вип. 13. – С.69 – 70.
32. Пролеткин И.В. ГИС и средняя школа / И.В. Пролеткин. – Режим доступа: http://old.sgu.ru/ogis/gis_otd/pub18.htm.

33. Пролеткин И. В. От ГИС-технологий к ГИС-мировоззрению / И. В. Пролеткин // ГИС-обозрение. – 2000. – №3-4. – С.2-4.
34. Светличный О. О., Плотницкий С. В. Основы геоинформатики / О. О. Светличный, С. В. Плотницкий. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.
35. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие / Г. К. Селевко. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
36. Сергеева М. Е. Игровые технологии на уроках и во внеурочной деятельности (интегрированные игры по географии, биологии, экологии, экономике, основам права) / М. Е. Сергеева – Волгоград: Учитель, 2007. – 94 с.
37. Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли / О. С. Токарева. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010, – 148 с.
38. Цыпина Э. М. Космические снимки – средство модернизации школьного географического образования / Э. М. Цыпина // География в школе. – 1996. – № 4. – С. 45 - 47.
40. Чараева И. В., Познянский Б. Е., Юферев Л. Ю., Шахраманьян М. А. Учебные применения технологий дистанционного зондирования Земли из космоса в режиме реального времени. География / И. В. Чараева, Б. Е. Познянский, Л. Ю. Юферев, М. А. Шахраманьян; общ. ред. М. А. Шахраманьян. – М.: Содис, 2009. – 195 с.
41. Черваньов І. Геоінформатика вчителів географії / І. Черваньов // Краєзнавство. Географія. Туризм. – 2010. – №25 (654). – с. 6 - 9.
42. Чистяков Н. В. Что такое ДПЛА? / Н. В. Чистяков. – Режим доступа: <http://www.avia.ru/author/19.shtml>.
43. Шипович Є. Й. Методика викладання географії: Навчальний посібник для студентів географічних факультетів університетів / Є. Й. Шипович. – К. : Вища школа, 1981. – 174 с.
44. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем : навч. посібник / В. Д. Шипулін. – Харків.: ХНАМГ, 2010. – 313 с.
45. Хасаншина Н. З. Возможности геоинформационных технологий в преподавании географии / Н. З. Хасаншина // Образовательные технологии. Межвузовский сборник научных трудов. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство- 2003. – С. 51 - 53.
46. Naumann S. Remote sensing in school – theoretical concept and practical implementation / A. Siegmund, R. Ditter, M. Haspel, M. Jahn, A. Siegmund // 'E-Learning Tools, Techniques and Applications. 17-19 June 2009. Potsdam, p. 234 – 240.
47. One planet many people. Atlas of our Changing Environment. United Nations Environment Programme Hardcover. 2005. – 322 p.
48. Simpson J. A novel ELF radar for major oil deposits / J. J Simpson, A. A. Taflove // IEEE Geosci and Remote Sensing Lett. 2006, 3. – p. 113 - 122.
50. Ulaby F. T. Microwave remote sensing: active and passive, from theory to applications / F. T. Ulaby., R. K. Moore., A. K. Fung // Dedham, MA: Artech.House, 1986. – 2163 p.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Приклади завдань для виконання практичних робіт з використанням даних ДЗЗ

Приклад №1. Завдання для виконання практичної роботи з використанням даних ДЗЗ на уроці "Способи зображення Землі" курсу "Загальна географія", 6 клас

Мета і завдання:

- закріпити поняття «топографічна карта», «аерокосмічний знімок», «масштаб»;
- навчити визначати масштаб аерокосмічного знімка на топографічній карті;
- навчитися визначати відстані за аерокосмічними знімками.

Обладнання: план місцевості і відповідний йому за територією охоплення аерокосмічний знімок іншого масштабу (приклади таких картографічних пар наведені в електронному додатку до навчального посібника в папці **Plan_mas**); лінійка; циркуль.

Хід роботи:

1. Необхідно знайти на карті і знімку дві загальні точки, що добре виділяються (перехрестя доріг, кути ділянок, точкові об'єкти, які окремо стоять тощо). Рис. Д-1.
2. Виміряти за допомогою циркуля і лінійки відстань між зазначеними точками на знімку (**L2**).
3. Визначивши відстань між цими ж точками на карті (**L1**), користуючись масштабом карти, визначити його величину на місцевості (помножити відстань на карті на масштаб карти).
4. Розділивши відстань на аерокосмічному знімку на відстань на місцевості, отримуємо масштаб знімка. Величина масштабу аерокосмічних знімків має невластиве для карт величини масштабу (наприклад, 1: 82795).
5. За допомогою циркуля і лінійки виміряти відстань між іншими об'єктами на знімку і, помноживши отриману цифру на встановлений масштаб, визначити еквівалентну відстань на місцевості.



Рис. Д-1. Фрагмент топографічної карти (зверху) і супутникового знімка (знизу) Криворізького району.

Приклад №2. Завдання для виконання практичної роботи з використанням даних ДЗЗ на уроці "Способи зображення Землі" курсу «Загальна географія», 6 клас

Мета і завдання:

- закріпити поняття «план місцевості», «топографічна карта», «умовні позначення», «аерокосмічний знімок»;
- сформуувати уміння читати умовні знаки карти;
- оволодіти основами дешифрування аерокосмічних знімків;
- навчитися зіставляти зображення на знімку і плані місцевості;
- показати значення аерокосмічних знімків для сучасної картографії.

Обладнання: план місцевості і відповідний йому за масштабом та територією охоплення аерокосмічний знімок (приклади таких картографічних пар наведені в електронному додатку до навчального посібника в папці **Decryption**).

Хід роботи:

1. Аналізуючи картографічну пару: план місцевості – космічний знімок, необхідно знайти подібності та відмінності у відображенні на плані та знімку характерних деталей досліджуваної території.

2. Встановити, які об'єкти (будівлі, дороги, гідрологічні об'єкти, лісопосадки, тощо) краще видно на топографічній карті, а які на знімку.

3. Визначити основні дешифрувальні ознаки об'єктів, зображені на аерокосмічному знімку.

4. Зіставивши план місцевості і аерокосмічний знімок, знайти зміни, що відбулися з періоду проведення топографічної зйомки і до моменту отримання супутникового знімка.

5. За результатами роботи заповнити таблицю:

Назва об'єктів	Спосіб передачі об'єкта на топографічній карті, його переваги та недоліки	Основні дешифрувальні ознаки об'єкта, переваги та недоліки його відображення на знімку
----------------	---	--

**Приклад №3. Завдання для виконання практичної роботи
з використанням даних ДЗЗ на уроці "Взаємодія людини і природи"
курсу "Географія материків і океанів", 7 клас.**

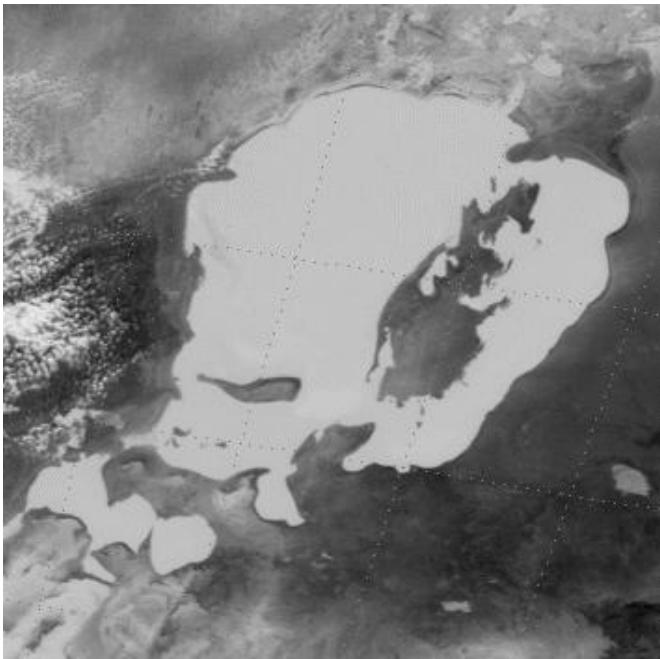
Мета і завдання:

- закріпити у свідомості учнів поняття "географічне середовище", "природокористування", "антропогенний вплив", "екологічні проблеми";
- продовжити формування вмінь характеризувати різні об'єкти природного середовища на основі космічних знімків;
- вміти робити висновки, пропонувати шляхи вирішення проблем.

Обладнання: космічні знімки Аральського моря з 1996 по 2010 роки (папка **Aral** електронного додатка до навчального посібника), калька.

Хід роботи:

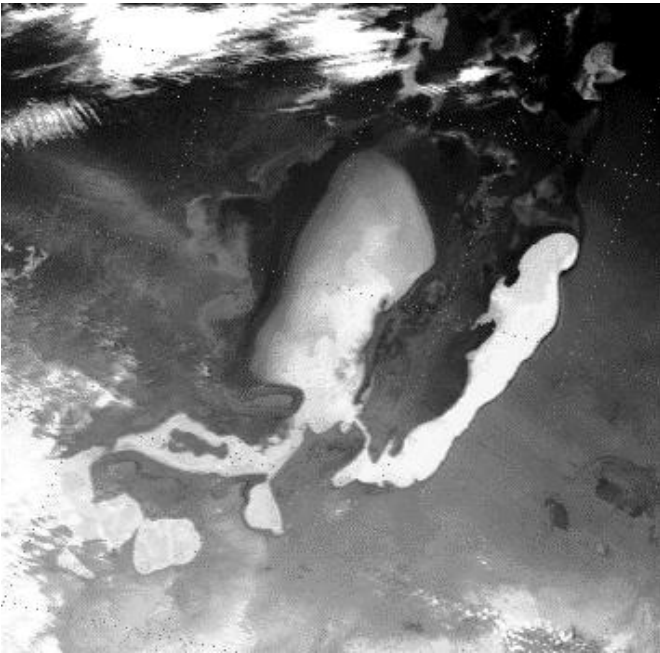
1. На кальку нанесіть сітку з квадратами 3 x 3 мм.
2. Накладіть кальку на космічний знімок 1996 року і підрахуйте кількість квадратів, що потрапили всередину площі Аральського моря. Підрахунки робіть окремо для Великого і Малого Аралу.
3. Переведіть результати підрахунків в абсолютні значення. Для цього, помножте отримані відносні значення на 550 км² (з урахуванням масштабу знімків, площа кожного вимірювального квадрата 550 км²).
4. Послідовно виконайте такі підрахунки для всіх різночасних космічних знімків (рис. Д-2).
5. Побудуйте графіки зміни площі Великого і Малого Аралу з 1996 по 2010 роки.
6. За допомогою побудованих графіків оцініть стадії стану Аральського моря в різні періоди.
7. Назвіть основну причину екологічної катастрофи Аралу.
8. Запропонуйте заходи раціонального природокористування, які могли б врятувати Аральське море.



1996



2000



2005



2008

Рис. Д-2 Приклади різночасних космічних знімків Аральського моря.

**Приклад №4. Завдання із застосуванням космічних знімків
на уроці "Вулканізм і вулкани. Джерела, гейзери"
курсу "Загальна географія" 6 клас.**

Мета і завдання:

- сформувати в учнів уявлення про зовнішній вигляд діючих і погаслих вулканів;
- обґрунтувати морфологічні особливості різних типів вулканів;
- показати райони вулканізму;
- формувати вміння учнів отримувати інформацію з різних джерел.

Обладнання: космічні знімки різних видів вулканів, фізична карта світу, лінійка, олівець.

Хід роботи:

1. Учні пропонується пригадати, що таке "вулкан". На об'ємному космічному знімку вулкана Везувій (див. рис. 3.19) демонструються частини вулкана (конус, кратер, жерло). Учитель пояснює, як утворюється вулкан, демонструє різницю у зовнішньому вигляді діючих і погаслих вулканів.

2. На прикладі аерокосмічних знімків, учитель демонструє різні типи вулканів і дає їх коротку характеристику (таблиця Д-1).

3. Учні діляться на групи по 3-4 осіб. Кожній групі видається космічний знімок вулкана з профілем рельєфу місцевості (рис. Д-3).

4. Кожна група отримує завдання зробити опис вулкана, використовуючи отриманий знімок, фізичну карту світу, лінійку і олівець.

План опису вулкана:

- назва вулкана;
- на якому материку і в якій його частині знаходиться вулкан;
- географічні координати та положення щодо сусідніх географічних об'єктів;
- тип вулкана;
- морфоструктура характеристики вулкана (висота і ширина конуса, його площа, крутизна схилів, кількість вулканічних конусів тощо).

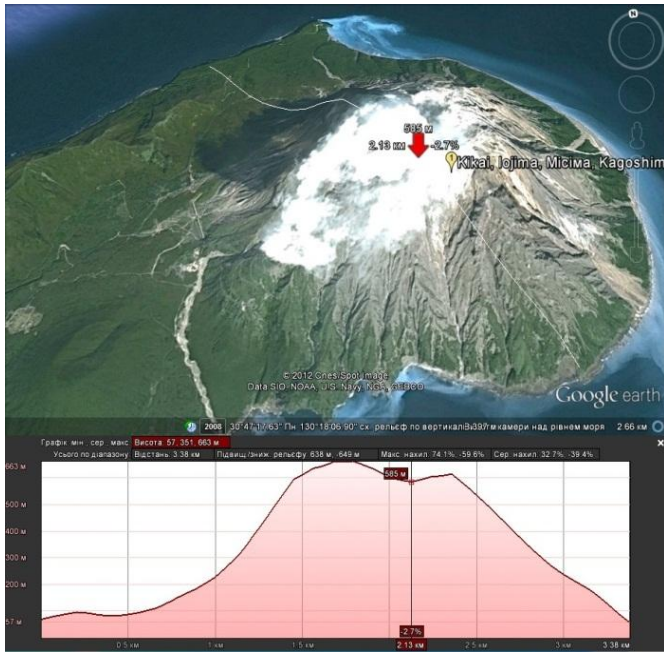
5. Представники кожної з груп по черзі доповідають отримані результати. Клас під керівництвом вчителя бере участь в обговоренні.

6. Учитель підводить підсумки.

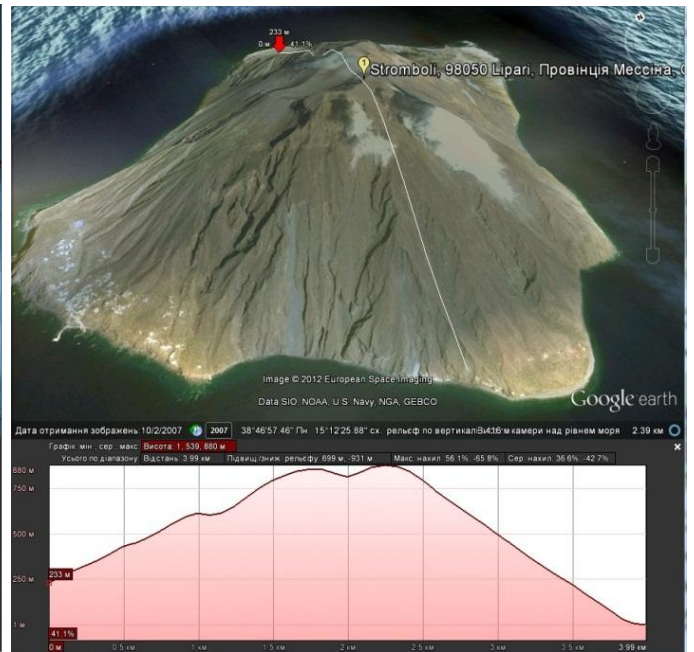
Таблиця Д-1.

Типи вулканів та їх кратка характеристика

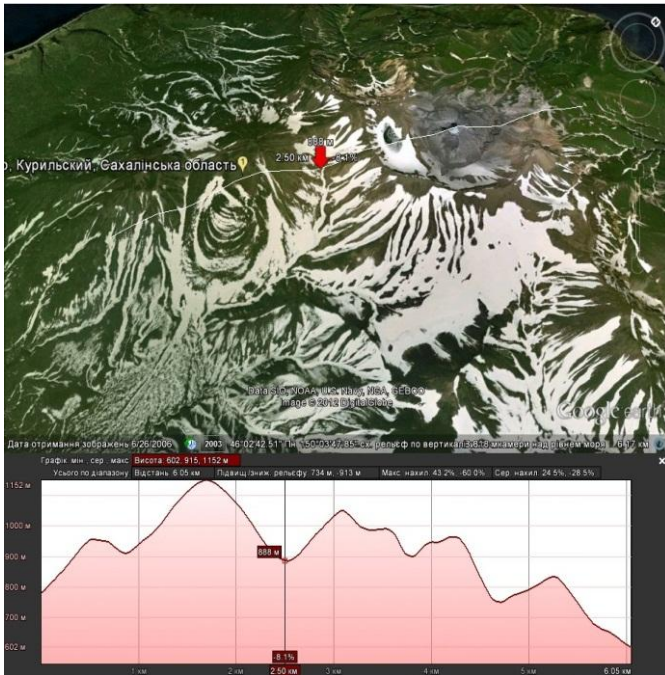
Типи вулканів	Кратка характеристика	Приклади вулканів
Кальдера	Характеризуються значним провалом у вершині вулкана, яке утворено обваленням верхньої частини магматичного вогнища. Форма зазвичай кругла або у вигляді підкови, якщо дивитися зверху	Кикай, Семпу, Паго, Ранау
Шлаковий конус	Шлаковий конус утворюється в результаті накопичення часток магми (шлаку), які випадають навколо жерла або кратера вулкана після виверження під час помірної вибухової діяльності	Парикутин, Сансет Кратер, Каха дель Рио
Складний вулкан	Вулканічна структура, що має два або більше жерла, лавові куполи, які часто формуються в різний час	Ушковський, Жупановський, Лабо
Жерлова тріщина	Вулканічна структура, складається з накопиченого вулканічного матеріалу з боків еруптивних тріщин, зазвичай, виникають у місцях розломів земної кори	Бишофту, Іст Звей, Хертали, Алу,
Лавовий купол	Утворюється шляхом накопичення лави у вигляді купола з крутими схилами над еруптивним отвором	Ласен, Пик Багана, Цуруми, Яли
Сомма	Тип вулкана, що складається з двох вулканічних конусів, один з яких сформувався всередині іншого	Колокол, Ведмежа, Уратман, Ебеко
Стратовулкан	Вулкан конус якого складається з різних шарів лавового і пірокластичного матеріалу	Фіджи, Мавон, Везувий, Стромболи
Туфовий конус	Конус з досить крутими схилами, складається з дрібнозернистих вулканічних уламків, що утворилися під час вибуху вулкана в результаті взаємодії магми і води	Катунга, Острів Північний Корат, Ренджи, Титуіла
Супервулкани	Супервулкан зазвичай характеризується кальдерою значних розмірів, яка потенційно може представляти величезну небезпеку іноді навіть континентального масштабу	Йеллоустоун Кальдера, Валлес Кальдера, Кракатоа
Щитові	Велика вулканічна структура з довгими пологими схилами, утворена здебільш з лавових потоків	острів Пасхи, Сьєрра Негра



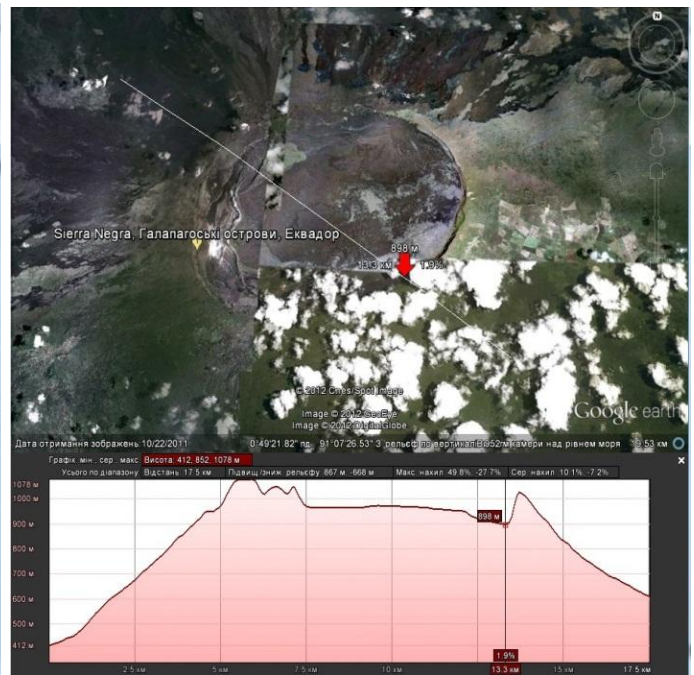
а



б



в



г

Рис. Д-3. Приклади супутникових знімків вулканів різних типів з профілями рельєфу місцевості: а – вулкан Кіка (кальдера), б – вулкан Стромболі (стратовулкан); в – вулкан Колокол (сомма); г – вулкан Сьєрра Нєрга (щитовий). Отримано за допомогою георесурсу Google Earth).

**Приклад №5. Завдання із застосуванням космічних знімків
на уроці "Географія основних галузей промисловості світу" курсу
"Соціально-економічна географія світу", 10 клас.**

Мета і завдання:

- перевірити знання учнями чинників розміщення електростанцій різних типів;
- формувати вміння виявляти переваги та недоліки кожного з типів електростанцій.

Обладнання: аерокосмічні знімки електростанцій, фізична карта світу.

Хід роботи:

1. Учням пропонується пригадати, які типи електростанцій існують (теплові, гідроелектричні, атомні, сонячні, вітряні, геотермальні) і які принципи лежать в основі отримання електроенергії.

2. На прикладі аерокосмічних знімків, учитель демонструє різні типи електростанцій і дає їх коротку характеристику.

3. Учні діляться на групи по 5-6 осіб. Кожній групі видається аерокосмічний знімок певного типу електростанції з її короткою характеристикою (приклад на рис. Д-4).

4. Кожна група отримує завдання, використовуючи космічні знімки і фізичну карту світу, відповідає на питання:

- які чинники вплинули на розміщення станції в даному місці?
- які переваги дало будівництво станції?
- які недоліки і негативні наслідки від будівництва станції?

5. Представники кожної з груп по черзі доповідають про отримані результати. Клас під керівництвом вчителя бере участь в обговоренні.

6. Учитель підводить підсумки.



Рис. Д-4. Супутниковий знімок ГЕС Ітайпу і її коротка характеристика:

Велика ГЕС на річці Парана, в 20 км від м. Фос-ду-Ігуасу, на кордоні Бразилії і Парагваю. Введена в експлуатацію в 1991 році.

Комбінована гребля загальною довжиною 7235 м, шириною 400 м і висотою 196 м. Потужність станції – 14 ГВт. Середньорічне виробництво виросла з 69,5 кВт • год. в 1984 року, до 92 млрд кВт • год. в 2010. Середньорічний приплив води в створі греблі складає 11 663 м³ / с (368 км³ / рік).

Гребля гідроелектростанції утворила відносно невелике – по відношенню до потужності – водосховище довжиною 170 км, шириною від 7 до 12 км, площею 1350 км² і об'ємом 29 км³.

Електрика, що виробляється станцією, у середньому забезпечує 16,4% споживання Бразилії і 71,3% Парагваю.

Додаток 2

Методичні розробки лабораторних робіт з використанням даних ДЗЗ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

Тема: Дешифрування аерокосмічних знімків

Мета роботи: Навчитися основним елементам дешифрування супутникових знімків.

Завдання:

1. Оволодіти прийомами візуального дешифрування аерокосмічних знімків.
2. Навчитися складати дешифрувальний атлас.

Порядок виконання роботи:

Етап № 1. Визначення географічних об'єктів за результатами візуального дешифрування аерокосмічних знімків.

1.1. Відкрийте за допомогою диспетчера малюнків **Microsoft Office** (або іншого графічного редактора) файл з фрагментом топографічної карти, а в іншому вікні, відповідний йому супутниковий знімок (рис. Д-5). Зразки таких картографічних пар (топографічна карта - космічний знімок) для виконання даної роботи знаходяться на комп'ютерному диску (електронний додаток до навчального посібника) в папці **Decryption**.

1.2. Візуально зіставивши географічні об'єкти, зображені на топографічній карті з космічним знімком, позначте розташування цих об'єктів на знімку (рис.Д-5б).

Етап № 2. Складання дешифрувального атласу.

2.1. Виконайте короткий словесний опис дешифрувальних ознак виявлених природних та антропогенних об'єктів, який включає:

- форму зображення об'єкта;
- розмір об'єкта;
- характер меж об'єктів;
- колір (тон) зображення об'єкта;
- структуру об'єкту.

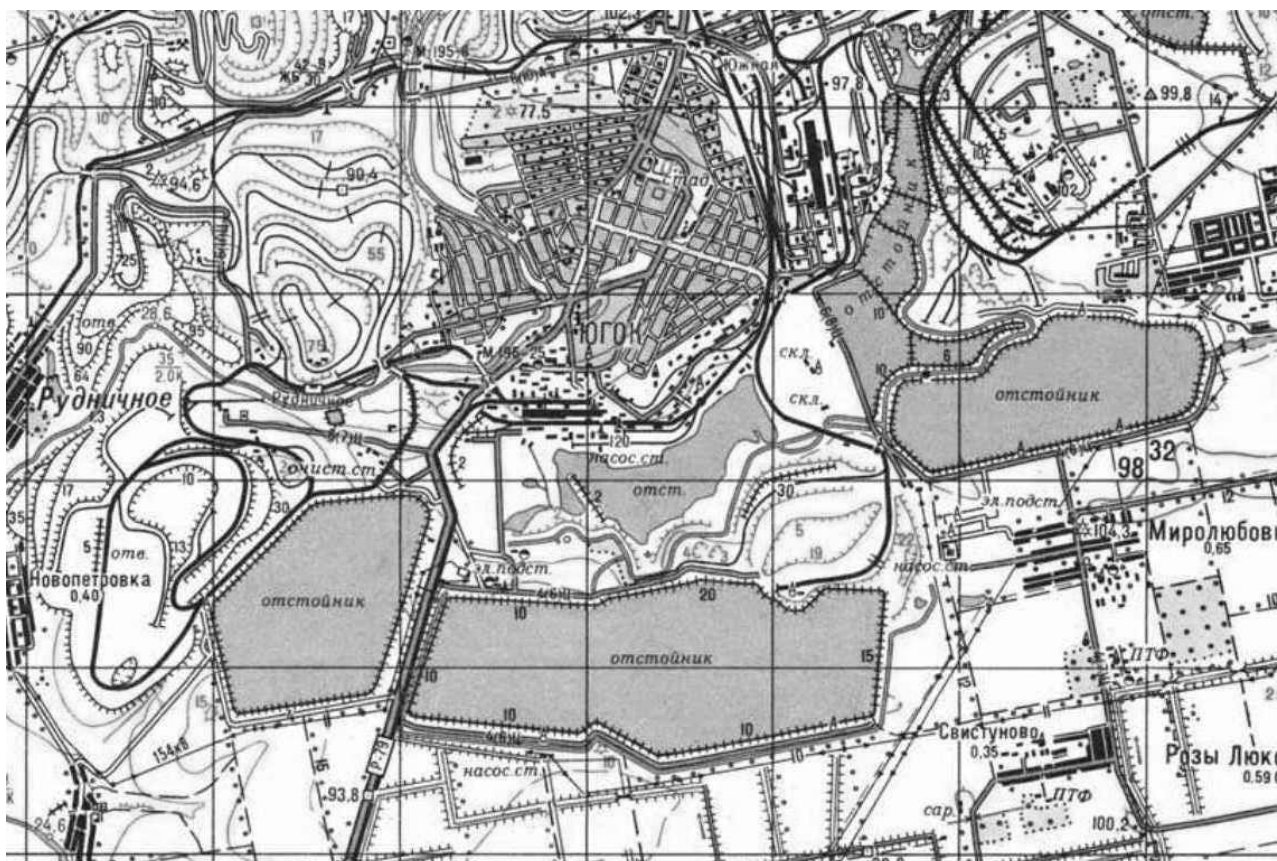
Встановлені дешифрувальні ознаки внесіть в таблицю – короткий дешифрувальний атлас, зразок якого наведено нижче (табл. Д-2).

Таблиця Д-2.

Основні дешифрувальні ознаки природних і антропогенних об'єктів південній промислової зони Криворіжжя

Назва об'єкту	Форма	Розмір	Характер кордонів	Колір(тон)	Структура
Кар'єр	неправильна овальна	великий	закруглені	від світло - синього до сірого	шарувата
Сільськогоспод. поле	прямокутна	середній	лінійні, попарно паралельні	відтінки зеленого і сірого	смугаста
Річка	стрічкова	подовжен.	звивисті	однорідно-темний	однорідна

2.2. При виявленні непрямих дешифрувальних ознак, дайте їх коротку характеристику.



а



б

Рис. Д-5. Фрагменти топографічної карти (а) і космічного знімку (б) південної промислової зони Криворіжжя.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

Тема: Побудова планів місцевості за даними дешифрування аерокосмічних знімків


Мета роботи: Отримати навички дешифрування космічних знімків і навчитися за їх результатами створювати плани місцевості.

Завдання:

1. Оволодіти елементами візуального дешифрування аерокосмічних знімків.
2. Навчитися переносити межі географічних об'єктів з аерокосмічних знімків на план місцевості з використанням графічних функцій текстового редактора **Word**.
3. Навчитися оформляти план місцевості з використанням графічних функцій текстового редактора **Word**.


Порядок виконання роботи:

Етап № 1. Визначення географічних об'єктів за результатами візуального дешифрування аерокосмічних знімків.

1.1. Відкрийте текстовий редактор **Word**. Створіть новий файл, поставивши курсор на піктограмі **Создать**  і клікніть лівою кнопкою мишки. Відкриється чисте вікно редактора. Для завантаження аерокосмічного знімка виконайте наступну послідовність команд: **Вставка – Рисунок – Из файла – <путь к файлу>** (зразки космічних знімків для даної роботи знаходяться в електронному додатку до навчального посібника в папці **Plan**). У вікні програми з'явиться вибраний космічний знімок (рис. Д-6а).

1.2. Використовуючи візуальні дешифрувальні ознаки (прямі і непрямі), визначте географічні об'єкти на знімку. Зробіть на аркуші паперу начерки плану місцевості, зображеного на знімку, із зазначенням меж виявлених географічних об'єктів.

Етап № 2. Перенесення меж географічних об'єктів з космічного знімка на план місцевості.

2.1. Межі на план місцевості переносяться починаючи від найбільш великих об'єктів, у першу чергу це будівлі та споруди. Наведіть курсор на піктограму **Рисование**  і клікніть лівою кнопкою миші. У нижній частині екрана з'явиться рядок функції малювання:



Виберіть потрібні фігури для малювання (лінія, прямокутник, овал, полігони) і обведіть ними контури будівель на космічному знімку (рис. Д-6б).

2.2. Послідовно перенесіть контури інших географічних об'єктів: газони, дороги, водойми тощо (рис. Д-6в). Після завершення окреслення контурів всіх об'єктів, зображених на знімку, слід видалити фотографію, яка в даному випадку є підкладкою майбутнього плану. Для цього встановіть курсор в будь-якому місці знімка, клікніть правою кнопкою миші і у вікні, виберіть команду **Удалить**. Після видалення фотознімку на сторінці редактора залишаться тільки контури географічних об'єктів (рис. Д-6г).

Етап № 3. Оформлення плану місцевості.

3.1. На першому етапі в оформленні плану місцевості необхідно скласти його легенду (умовні позначення). Для цього за допомогою фігури **Прямоугольник** (див. пункт 2.1) під макетом плану створіть прямокутники за кількістю географічних об'єктів на плані.

3.2. Задайте кольори для забарвлення кожного об'єкта на плані. Колір об'єкта повинен максимально відображати його характер (водні об'єкти – блакитні, рослини – зелені, дороги – сірі та ін.).

3.3. Встановіть курсор на першому прямокутнику легенди плану і клікніть лівою кнопкою миші. Потім встановіть курсор на піктограмі **Цвет заливки** в рядку функції малювання і клікніть лівою кнопкою миші. Відкриється колірна палітра, в якій необхідно вибрати колір, наданий цьому географічному об'єкту. Відзначте його, клікнувши лівою кнопкою миші.



Рис. Д-6. Етапи побудови топографічного плану за даними дешифрування аерокосмічних знімків

Прямокутник у легенді, відповідний даному об'єкту, забарвиться в даний колір. Потім послідовно за заданою схемою позначте всі об'єкти цього типу на плані і надайте їм необхідний колір заливки.

3.4. Повторіть операції, описані в пункті 3.3 для всіх географічних об'єктів плану місцевості.

3.5. На заключному етапі, за допомогою фігури **Линия** рядка функції малювання, слід намалювати масштабну шкалу (вона переноситься з оригіналу космічного знімку), а за допомогою фігури **Стрелка**, зазначити напрям на північ (рис. Д-7).

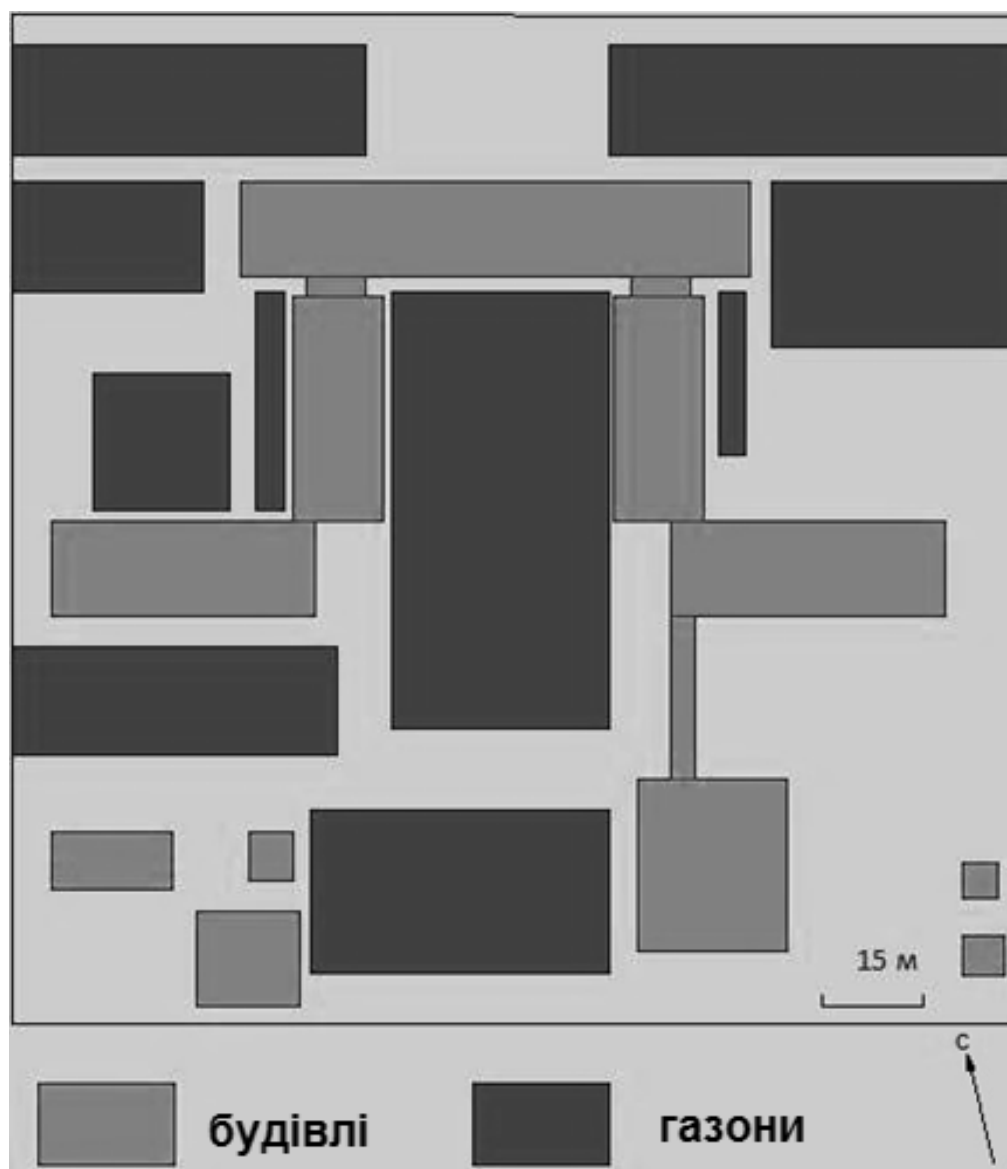


Рис. Д-7. Фрагмент топографічного плану студентського містечка Криворізького педагогічного інституту, складеного за результатами дешифрування космічного знімка.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

Тема: Оновлення великомасштабних топографічних карт з використанням аерокосмічних знімків

Мета роботи: Навчитися оновлювати топографічні карти на основі аналізу аерокосмічних знімків.

Завдання:

1. Оволодіти елементами візуального дешифрування аерокосмічних знімків.
2. Навчитися знаходити зміни в ситуації на місцевості за результатами зіставлення топографічної карти та космічного знімку.
3. Навчитися оформляти оновлену топографічну карту місцевості.


Порядок виконання роботи:


Етап № 1. Визначення географічних об'єктів за результатами візуального дешифрування аерокосмічних знімків.

1.1. Відкрийте за допомогою диспетчера малюнків **Microsoft Office** (або іншого графічного редактора) файл з фрагментом топографічної карти (рис. Д-8), а в іншому вікні, відповідний йому супутниковий знімок, виконаний з інтервалом в 20 років (рис. Д-9). Зразки таких картографічних пар (топографічна карта – космічний знімок) для виконання даної роботи знаходяться в електронному додатку до навчального посібника в папці **Обнов**. Слід звернути увагу, щоб масштаб карти і знімка були однаковими. Перевірити це можна зіставивши розміри об'єктів, що найбільш виділяються (наприклад, певні ділянки доріг, геометричні показники водойм тощо).

1.2. Використовуючи візуальні дешифрувальні ознаки (прямі і непрямі), а також проаналізувавши фрагмент топографічної карти, визначте географічні об'єкти і їх межі на супутниковому знімку. Зіставивши картографічні пари, визначте, які зміни відбулися в досліджуваному регіоні після проведення топографічної зйомки (поява об'єктів антропогенного походження, зміна розмірів і структурних складових географічних об'єктів, спотворення рельєфу місцевості тощо). При аналізі картографічної пари, наведеної в якості прикладу, можна легко відзначити появу в центральній частині знімка злітно-посадкової лінії аеродрому, а також численних дачних ділянок уздовж зрошувального каналу.

Етап № 2. Перенесення меж географічних об'єктів з космічного знімка на мапу місцевості.

2.1. Відкрийте текстовий редактор **Word**. Створіть новий файл, поставивши курсор на піктограмі **Создать**  і клікніть лівою кнопкою миші. Відкриється чисте вікно редактора. Завантажте аерокосмічний знімок, виконав наступну послідовність команд: **Вставка – Рисунок – Из файла – <путь к файлу>**. У вікні програми з'явиться космоснімок.

2.2. Наведіть курсор на піктограму **Рисование**  і клікніть лівою кнопкою миші. У нижній частині екрана з'явиться рядок функції малювання:



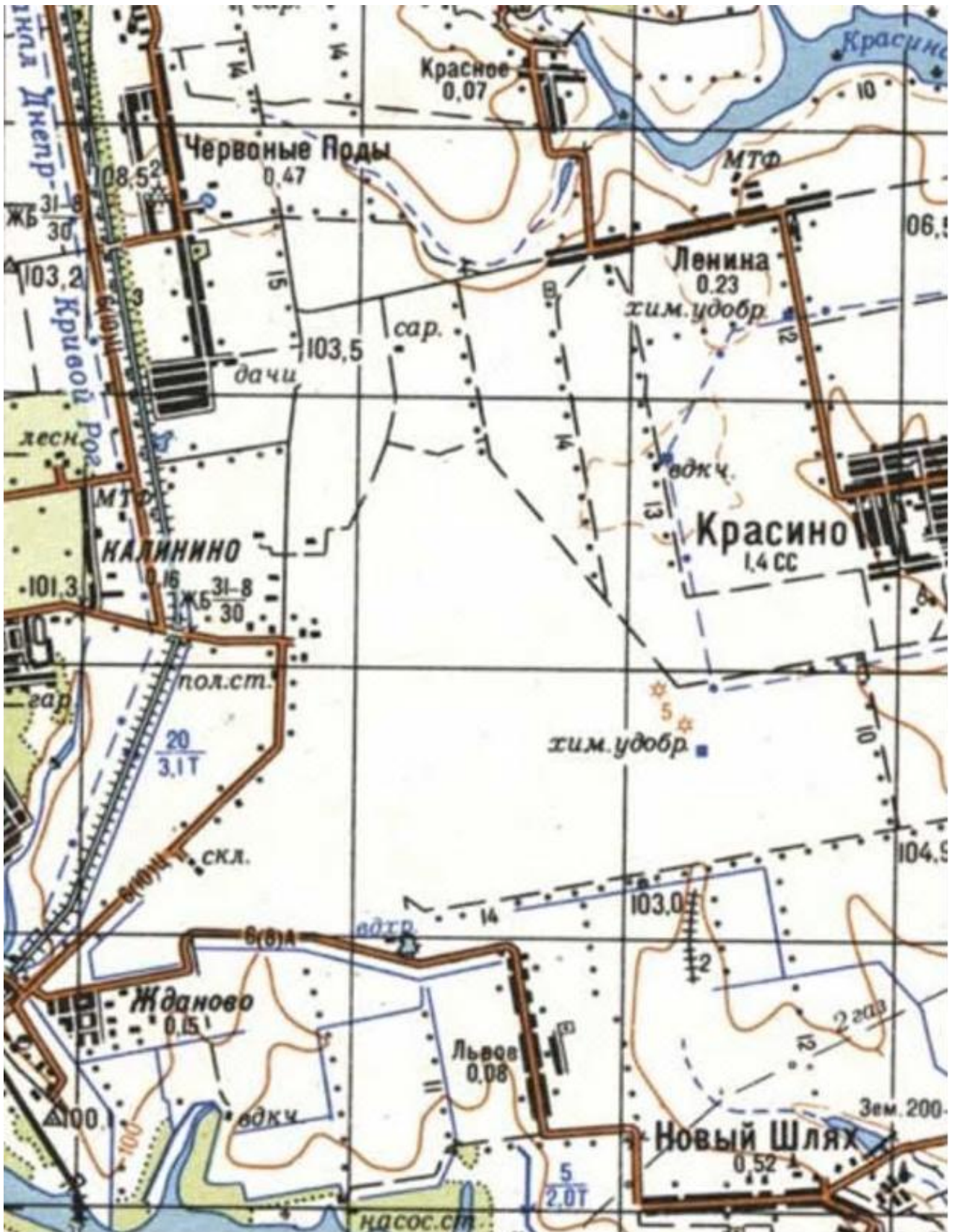


Рис. Д-8. Фрагмент топографічної карти М 1:100000.



Рис. Д-9. Фрагмент космічного знімку (отриманий за допомогою Google Планета Земля)

Виберіть потрібні фігури для малювання (лінія, прямокутник, овал, полігони) і обведіть ними контури об'єктів, межі яких необхідно перенести на топографічну мапу (рис. Д-10).

2.3. Після завершення окреслення контурів всіх об'єктів, слід видалити знімок, який у даному випадку виступає в якості підкладки. Для цього встановіть курсор в будь-якому місці знімка, клікніть правою кнопкою миші і у вікні, виберіть команду **Удалить**. Після видалення фотознімку, на сторінці редактора залишаться тільки контури географічних об'єктів (рис. Д-11).



Рис. Д.10. Фрагмент космічного знімку з виділеними контурами географічних об'єктів

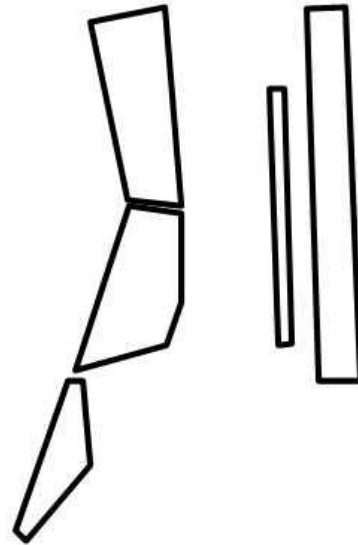


Рис. Д-11. Контури географічних об'єктів

2.4. Натисніть кнопку **PrtSc** на клавіатурі. Відкрийте графічний редактор **Paint**, виконавши наступну послідовність команд: **Пуск – Программи – Стандартные – Paint**. Після відкриття графічного редактора виберіть функцію **Правка**, а в меню, виберіть команду **Вставити**. У робочому вікні програми з'явиться зображення копії екрану з контурами географічних об'єктів. Збережіть зображення у файлі, виконавши наступну послідовність команд: **Файл – Сохранить как – <Имя файла>**. Не забудьте вказати папку, в яку файл буде збережений.

2.5. Відкрийте папку зі збереженим графічним файлом, для чого встановіть курсор на значок даного файлу, клікніть правою кнопкою миші і у вікні, виберіть: **Открыть с помощью - Microsoft Office Picture Manager**. Файл відкриється за допомогою графічного редактора **Microsoft Office Picture Manager**.

2.6. Виконайте наступну послідовність команд: **Изменить рисунок – Обрезка**. Навколо зображення з'являться чорні мітки контуру обрізки. Перемістіть мітки за допомогою миші так, щоб залишилися тільки контури географічних об'єктів. Натисніть **ОК**. Збережіть файл з отриманим зображенням.


2.7. Відкрийте графічний редактор **Paint** (пункт 2.4) і виберіть з його допомогою файл з фрагментом топографічної мапи. Клікніть мишкою на кнопці **Правка** і, виберіть команду **Вставити из файла**. Укажіть адресу файлу, в якому

зберігаються контури географічних об'єктів. На зображення фрагмента топографічної карти будуть накладені контури географічних об'єктів.

2.8. Кликніть мишкою на кнопці **Рисунок** і у вікні, яке відкриється, зніміть мітку з команди **Непрозрачний фон**. Перетягніть мишкою зображення контурів географічних об'єктів на ділянку топографічної карти, відповідній їх розташування за даними космічного знімка. Збережіть отримане зображення.

Етап № 3. Оформлення оновленої топографічної карти

3.1. Задайте кольори для забарвлення об'єктів, нанесених на оновлену топографічну мапу. Колір об'єкта повинен максимально відображати його характер (водні об'єкти – блакитні, рослини – зелені, дороги – сірі тощо).

3.2. Кликніть лівою кнопкою миші на вибраному кольорі в *Палитре цветов*. Потім встановіть курсор на піктограмі **Заливка**  в робочій області *Инструменты* і кликніть лівою кнопкою миші. Перемістіть курсор на об'єкт для забарвлення і знову кликніть лівою кнопкою миші. Об'єкт зафарбується в потрібний колір. Послідовно за даною схемою позначте всі об'єкти цього типу на топографічній карті і надайте їм необхідний колір заливки (рис. Д-12).

3.3. Повторіть операції, описані в пункті 3.2 для інших географічних об'єктів. При необхідності підпишіть об'єкти, використовуючи функцію **Текст** робочої області *Инструменты*. Після закінчення збережіть оновлену топографічну карту.



Рис. Д-12. Фрагмент оновленої топографічної карти

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

Тема: Вивчення динаміки природного середовища за допомогою даних ДЗЗ

Мета роботи: Оволодіти методикою вивчення динаміки антропогенних змін у природі на основі аналізу аерокосмічних знімків.

Завдання:

1. Оволодіти елементами візуального дешифрування аерокосмічних знімків.
2. Навчитися знаходити межі ділянок територій, що зазнають впливу природного або антропогенного характеру.
3. Оволодіти методикою оцінки геометричних показників територій, що зазнають впливу природного або антропогенного характеру.
4. Навчитися відображати графічно зміни в природному середовищі.
5. Оволодіти методикою створення карт динаміки антропогенних змін за аерокосмічними знімками.

Порядок виконання роботи:

Етап № 1. Визначення меж географічних об'єктів за результатами візуального дешифрування аерокосмічних знімків.

1.1. Відкрийте за допомогою графічного редактора **Paint** файл **2000** з супутниковим знімком Аральського моря, отриманим у 2000 році. Даний файл знаходиться в електронному додатку до навчального посібника в папці **Aral**.

1.2. Використовуючи візуальні дешифрувальні ознаки (колір і тон), визначте межі Аральського моря за станом на 2000 рік.

Етап № 2. Оцінка площі географічних об'єктів за даними ДЗЗ

2.1. Для визначення площі Аральського моря в 2000 році виконайте наступну послідовність команд: **Правка – Вставити с файла – <путь к файлу>**. На шляху до файлу вкажіть місце розташування файлу **Сетка** в папці **Aral**, що знаходиться в електронному додатку до навчального посібника. Кликніть лівою кнопкою миші на кнопці **Открыть**. На супутниковий знімок Аральського моря буде накладена вимірювальна сітка, за допомогою якої можна визначати площу географічних об'єктів. Площа кожної клітинки вимірювальної сітки в масштабі знімка складає 75 км².

2.2. Кликніть лівою кнопкою миші на кнопці **Рисунок** меню графічного редактора і у вікні зніміть виділення на команді **Непрозрачный фон**. У результаті фон вимірювальної сітки стане прозорим і супутниковий знімок буде добре проглядатися (рис. Д-13).

2.3. Помістіть курсор на зображення вимірювальної сітки і натисніть ліву кнопку миші, не відпускаючи її. Курсор набуде форму хрестика зі стрілками на кінцях. У цьому положенні становиться можливим переміщення зображення сітки по поверхні знімка. Накладіть вимірювальну сітку на територію Аральського моря.

2.4. Для визначення площі Аральського моря підрахуйте кількість клітинок вимірювальної сітки, що знаходяться всередині території Аральського моря. При цьому дотримуйтеся наступних рекомендацій:

- географічно Аральське море ділиться на дві частини (Великий і Малий Арал), тому підрахунки площ виконайте окремо для кожної з них;

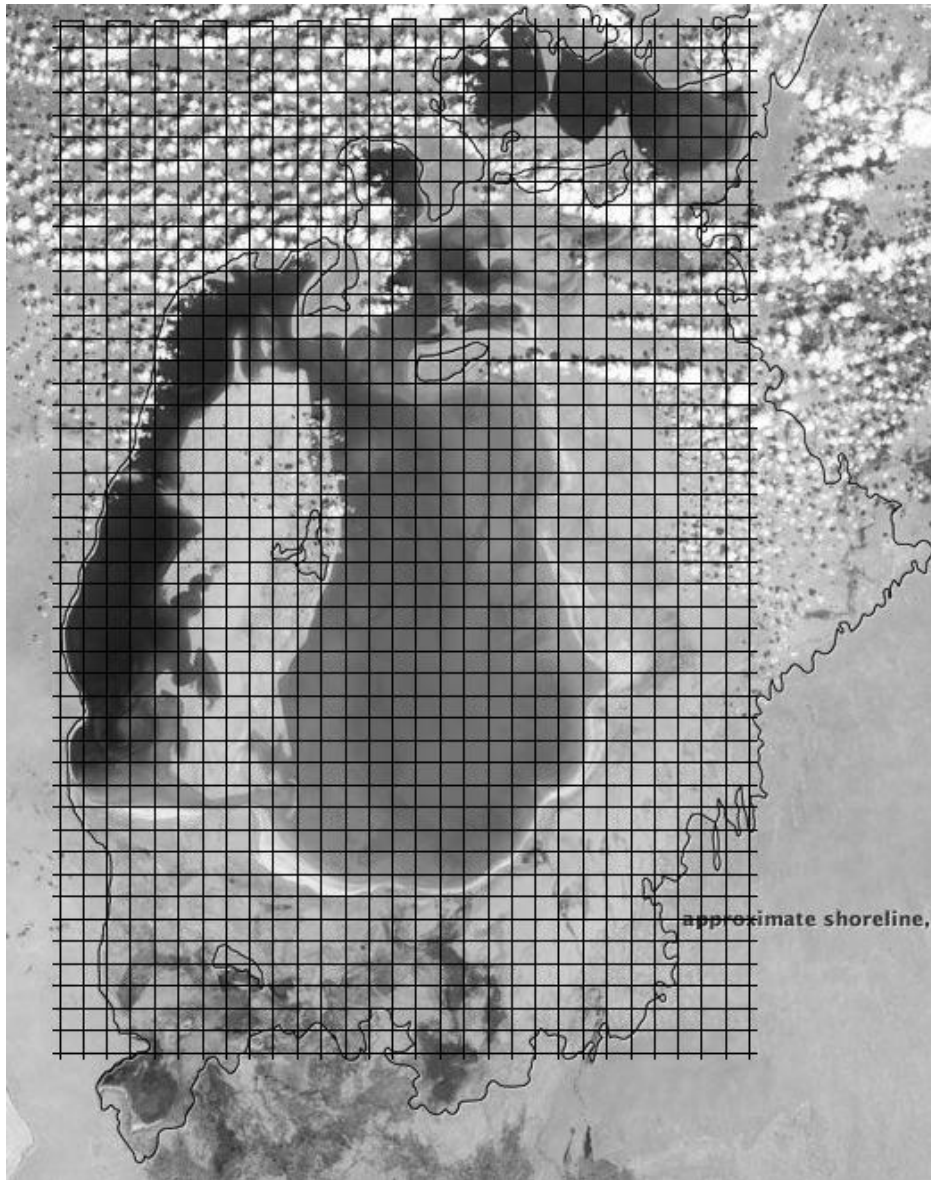


Рис. Д-13. Супутниковий знімок Аральського моря, з накладеною на нього вимірювальною сіткою.

- на межі об'єкта, клітинки вимірювальної сітки не будуть повністю перебувати всередині території моря, тому вони підраховуються окремо, при цьому визначається кількість клітинок, які потрапили всередину території на 1/3, 1/2 і 2/3 своєї площі;

- відносна площа моря визначається за формулою:

$$S_{відн} = N_1 + 1/3 * N_2 + 1/2 * N_3 + 2/3 * N_4,$$

$S_{відн}$ – площа об'єкта у відносних одиницях; N_1 – кількість повних клітинок; N_2 – кількість клітинок, які потрапили всередину території на 1/3 своєї площі; N_3 – кількість клітинок, які потрапили всередину території на 1/2 своєї площі; N_4 – кількість клітинок, що потрапили всередину території на 2/3 своєї площі;

- абсолютна площа моря (однієї з його частин) визначається за формулою:

$$S_{абсол} = S_{відн} * 75 \text{ кв.км}$$


2.5. Повторіть пророблені операції для всіх знімків Аральського моря, виконаних з 2000 по 2011 роки. Усі вони знаходяться в електронному додатку до навчального посібника в папці **Aral**. Назва файлу відповідає року проведення зйомки.

Етап № 3. Графічне відображення змін у природному середовищі

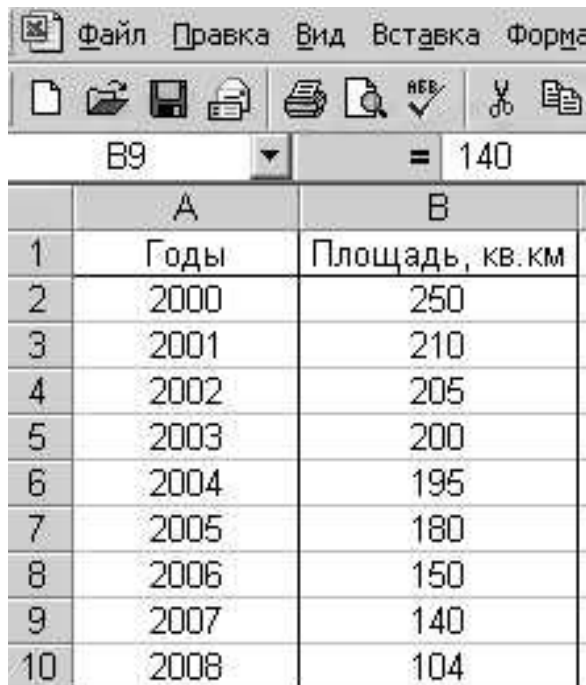
3.1. Найбільш зручною формою відображення отриманих результатів є графічна. Для цього використовуємо графічні функції табличного процесора **Excel**, який входить до складу пакета **MS Office**. Запускаємо програму **Excel**.

3.2. Формуємо таблицю для введення отриманих результатів. Таблиця має два стовпці. У перший вводимо рік проведення зйомок, у другій – дані, отримані в результаті вимірювання площ однієї з частин Аральського моря (рис. Д-14).

3.3. Натиснувши лівою кнопкою миші на осередку з написом **Годы** і утримуючи кнопку, простягаємо курсор таким чином, щоб виділити весь вміст таблиці.

3.4. За допомогою миші натисніть на кнопку **Мастер диаграмм** . Відкриється вікно **Мастер диаграмм** (крок 1 з 4) (рис. Д-15). Виділяємо тип діаграми **Точечная** та у вікні, що відкрилось праворуч, натискаємо на зображенні точкової діаграми, на якій значення з'єднані відрізками. Клацаємо на кнопку **Далее**. У наступному вікні **Мастер диаграмм** (крок 2 з 4) з'являється зразок графіка. Клацаємо на кнопку **Далее**. У наступному вікні **Мастер диаграмм** (крок 3 з 4) стає можливим оформлення графіка (підписи, легенда тощо). Вибравши операцію **Далее**, відкриваємо вікно **Мастер диаграмм** (крок 4 з 4), в якому задається місце розташування діаграми. Клацаємо на кнопку **Далее**. Як результат – з'являється готовий графік, що відображає зміну площі однієї з частин Аральського моря в часі (рис. Д-16).

3.5. Повторіть пророблені вище операції для побудови графіка зміни площі іншої частини Аральського моря.



	А	В
1	Годы	Площадь, кв. км
2	2000	250
3	2001	210
4	2002	205
5	2003	200
6	2004	195
7	2005	180
8	2006	150
9	2007	140
10	2008	104

Рис. Д-14. Таблиця з розрахунковими даними у програмі Excel (дані в таблиці не відповідають дійсним).

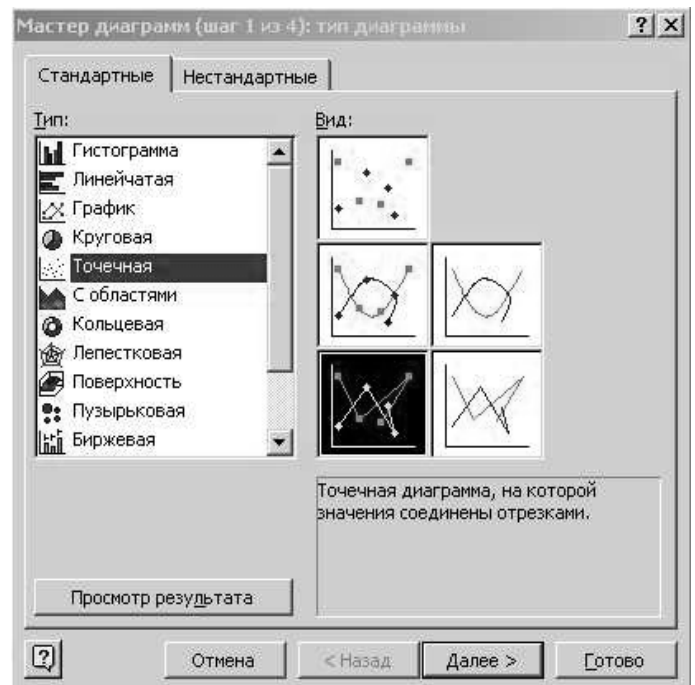


Рис. Д-15. Вікно *Мастер диаграм* програми Excel.

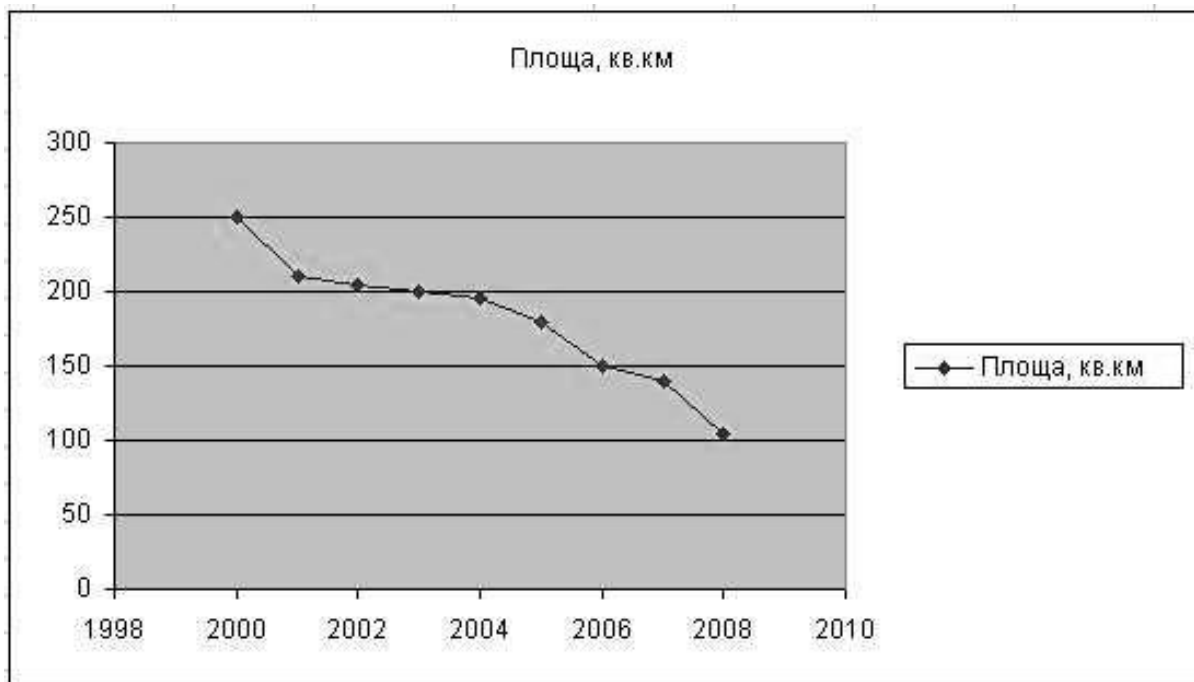


Рис. Д-16. Графік, який відображає зменшення однієї з частин Аральського моря в часі (дані в таблиці не відповідають дійсним).

Етап №4. Створення карти антропогенних змін

4.1. Відкрийте текстовий редактор **Word**. Створіть новий файл, поставивши курсор на піктограмі **Создать** і клікніть лівою кнопкою миші. Відкриється чисте вікно редактора. Завантажте аерокосмічний знімок, виконавши наступну послідовність команд: **Вставка - Рисунок – Из файла – <шлях до файлу 2000>**. Даний файл знаходяться в електронному додатку до навчального посібника в папці **Aral**. У вікні програми з'явиться космічний знімок Аральського моря, отриманий у 2000 році.

4.2. Наведіть курсор на піктограму **Рисование** і клікніть лівою кнопкою миші. У нижній частині екрана з'явиться рядок функції малювання:




Виберіть **Полілінію** в якості фігури для малювання, і обведіть курсором (у вигляді хреста) межі Великого і Малого Аралу. Крім цього слід обвести межі одного із стабільних об'єктів, що знаходиться на всіх супутникових знімках Аралу. Цей об'єкт буде необхідний як репер при накладенні меж моря, отриманих в різні періоди зйомки.

4.3. Після завершення обведення меж Аралу, слід видалити знімок, який в даному випадку виступає як підкладка. Для цього встановіть курсор в будь-якому місці знімка, клікніть правою кнопкою миші і у вікні, що відкрилось, виберіть команду **Удалить**. Після видалення знімка у вікні програми залишаються тільки межі Аральського моря за станом на 2000 рік (рис. Д-17).

4.4. Натисніть кнопку **PrtSc** на клавіатурі. Відкрийте графічний редактор **Paint**, виконавши наступну послідовність команд: **Пуск - Программы – Стандартные - Paint**. Після відкриття графічного редактора виберіть функцію **Правка**, а в меню виберіть команду **Вставить**. У робочому вікні програми з'явиться копія екрану з межами моря в 2000 році. Збережіть зображення у файлі, виконавши наступну послідовність команд: **Файл – Сохранить как – <имя файла>**.

4.5. Відкрийте папку зі збереженим графічним файлом, для чого встановіть курсор на значок даного файлу, клікніть правою кнопкою миші і у вікні, що відкрилось, виберіть: **Открыть с помощью – Microsoft Office Picture Manager**. Файл відкриється за допомогою графічного редактора **Microsoft Office Picture Manager**.

4.6. Виконайте наступну послідовність команд: **Изменить рисунок – Обрезка**. Навколо зображення з'являться парні мітки контуру обрізки. Послідовно перемістіть мітки за допомогою миші так, щоб у вікні програми залишилися тільки межі Аралу. Натисніть ОК. Збережіть файл з отриманим зображенням.

4.7. Повторіть пророблені вище операції з космічними знімками Аральського моря, отриманими в інші роки, у нашому прикладі – 2009 рік (див. рис. Д-17). Колір меж моря за станом 2009 року повинен відрізнятися від кольору меж 2000 року. Для цього, після обведення меж моря, клацніть лівою кнопкою миші на стрілці кнопки **Цвет линии**  в рядку функції малювання і в палітрі, виберіть необхідний колір.

4.8. Для створення карти антропогенних змін необхідно накласти одна на одну межі Аралу в різні часові періоди. Для цього відкрийте за допомогою графічного редактора **Paint** файл з кордонами Аралу за станом 2000 року.

4.9. Виберіть функцію **Правка**, а в меню, виберіть команду **Вставить из файла**, вказавши адресу файлу з межами 2009 року. У результаті у вікні програми на зображення меж 2000 року накладуться межі 2009 року.

4.10. Клікніть лівою кнопкою миші на функції **Рисунок** і у вікні, що відкрилось, зніміть мітку з команди **Непрозрачный фон**.

4.11. Клікніть лівою кнопкою миші і утримуючи її, перемістіть зображення контурів меж 2009 року таким чином, щоб межі реперних об'єктів наклалися точно одна на одну. Це забезпечує просторову сумісність кордонів Аралу, отриманих в різні часові періоди (рис. Д-18).

4.12. При необхідності, доповніть карту межами за інші часові періоди і оформіть легенду відповідно до вимог.

Етап № 5. Аналіз отриманих графічних і картографічних матеріалів

5.1. Використовуючи отримані графічні та картографічні матеріали, опишіть динаміку зміни площі Великого і Малого Аралу з 2000 по 2011 рік, виділивши при цьому основні етапи антропогенної еволюції даного природного об'єкта.

5.2. Проаналізувавши літературні джерела, дайте пояснення виявленим тенденціям і спрогнозуйте можливі варіанти розвитку екосистеми Аралу.



Рис. Д-17. Зображення меж Аральського моря за станом на 2000 (ліворуч) і 2009 роки (праворуч)



Рис. Д-18 Карта антропогенних змін Аральського моря.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

Тема: Програма дистанційного вивчення поверхні Землі *Google Earth*

Мета роботи: Отримати навички користувача програми дистанційного вивчення поверхні Землі *Google Earth*.

Завдання:

1. Опанувати елементи управління, доступними в основному вікні програми *Google Earth*.
2. Навчитися адресному пошуку географічних і соціально-економічних об'єктів на поверхні Землі.
3. Навчитися створювати мітки на поверхні зображення планети.
4. Уміти вимірювати довжини і площі географічних та соціально-економічних об'єктів за допомогою елементів управління програми *Google Earth*.

Порядок виконання роботи:

Етап №1. Знайомство з основним вікном програми *Google Earth*

1.1. Відкрийте папку **Google**. Запустіть програму, використовуючи файл **Google.exe**. При кожному запуску програми *Google Earth* в основному вікні з'являється зображення Землі (рис. Д-19). Область, де відображається Земля, називається *засобом тривимірного перегляду*, який дозволяє проглядати зображення, території і інформацію про місця по всьому світу.

1.2. Послідовно ознайомтесь з деякими елементами управління, доступними в основному вікні програми *Google Earth*. На рисунку Д-19 наведено їх опис. Майте на увазі, що програма *Google Earth* постійно оновлюється, у цьому зв'язку вид головного вікна з елементами управління видозмінюється, хоча його загальна структура зберігається.

Етап №2. Зміна масштабу зображення в програмі *Google Earth*.

Для збільшення або зменшення масштабу зображення можна використовувати два способи:

- збільшення або зменшення масштабу за допомогою миші;
- збільшення або зменшення масштабу за допомогою елементів навігації.

2.1. *Збільшення та зменшення масштабу за допомогою миші.* Для зменшення зображення, прокрутіть колесо миші вниз (до себе) кілька разів. Для збільшення зображення, прокрутіть колесо миші вгору (від себе) кілька разів.

2.2. *Збільшення і зменшення масштабу за допомогою елементів навігації.* Елементи навігації розташовані у верхньому правому кутку засобу тривимірного перегляду. Ці елементи забезпечують виконання таких же дій при навігації, які можна виконати за допомогою миші, а, крім того, надають деякі додаткові можливості.

Щоб використати елементи управління навігацією, помістіть покажчик миші у верхній правий кут засобу 3D-перегляду. При цьому автоматично з'являться елементи навігації. Вони не відображаються, коли ви переміщуєте покажчик миші в інше місце екрану.

Спробуйте тепер провести збільшення і зменшення масштабу за допомогою елементів навігації. Для цього виконаєте наступні дії:

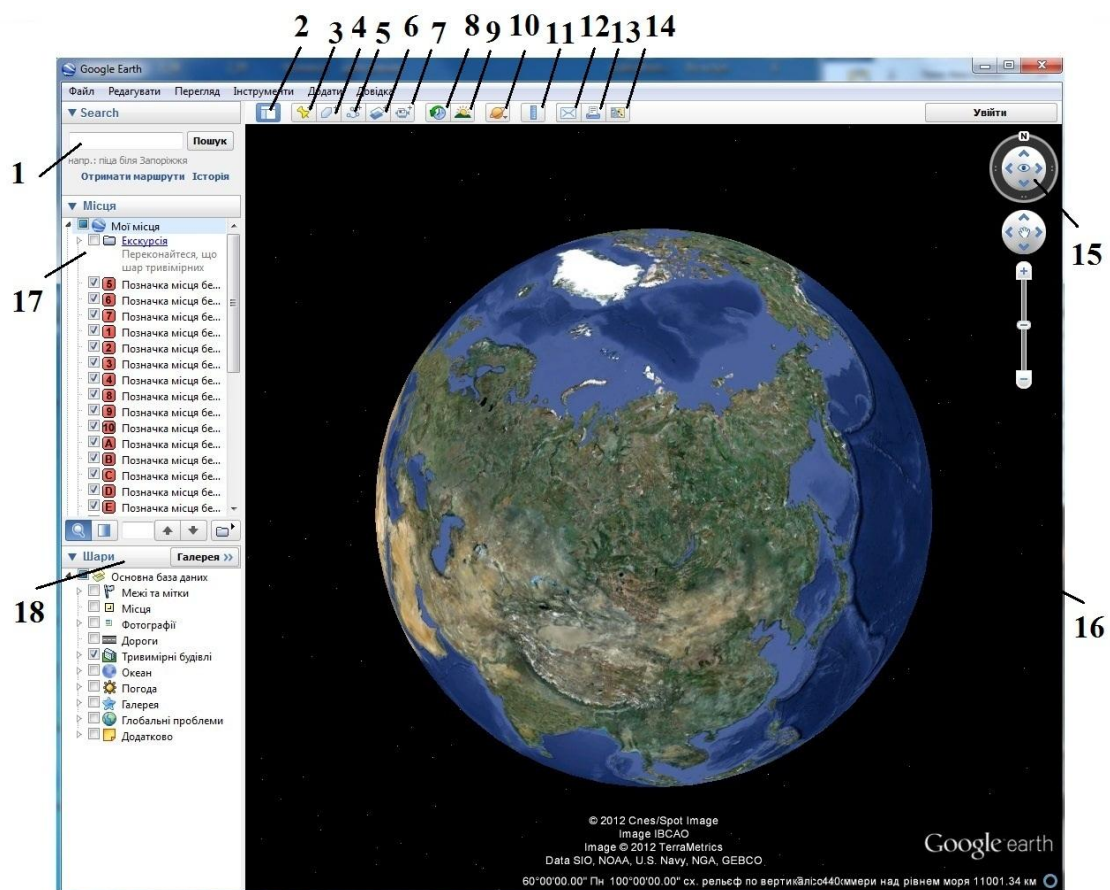


Рис. Д-19. Елементи управління програми Google Earth.

1. **Панель пошуку.** Використовується при пошуку місць та маршрутів для роботи з результатами пошуків.
2. **Приховати бокову панель.** Прибирає або відображує бокову панель (панелі **Пошук, Місця та Шари**).
3. **Додати орієнтир.** Додає мітку для певного місця розташування.
4. **Додати багатокутник.** Додає багатокутник на поверхню Землі.
5. **Додати шлях.** Додає шлях (лінію або лінії).
6. **Додати накладання зображення.** Додає зображення, яке накладається на поверхню Землі.
7. **Запис подорожі.** Дозволяє створювати і відтворювати віртуальні відеотури.
8. **Показати зображення в часі.** Дозволяє переміщуватись між датами проведення зйомок.
9. **Сонячний світ.** Показує падіння світла в різний час доби.
10. **Режим перегляду планет.** Переключає режим перегляду планет.
11. **Лінійка.** Дозволяє вимірювати відстані.
12. **Електронна пошта.** Дозволяє відправити зображення.
13. **Друк.** Дозволяє роздрукувати поточний вигляд.
14. **Переглянути в картах Google.** Дозволяє перегляд зображень вулиць у деяких місцях розташування.
15. **Елементи керування навігацією.** Використовуються для зміни кута огляду, масштабування і повороту щодо точки огляду (див. далі).
16. **Огляд карти.** Використовується для перегляду поверхні Землі в різних ракурсах.
17. **Панель Місця.** Використовується для пошуку, збереження, впорядкування та швидкого переходу до міток.
18. **Панель Шари.** Використовується для перегляду інформаційних шарів.

- для зменшення зображення, натисніть кнопку зменшення масштабу «-»;
- для збільшення зображення, натисніть кнопку збільшення масштабу «+»;

Можна також натиснути і утримувати ці кнопки для безперервного збільшення (зменшення).

Етап № 3. Зміна кута огляду зображення

Для перегляду рельєфу на поверхні Землі в *Google Earth* можна нахилити зображення, змінюючи кут. Це особливо потрібно, якщо ви проглядаєте горбисті та гірські рельєфи. Як і у випадку із масштабуванням, існує декілька способів нахилу кута огляду: за допомогою миші та за допомогою елементів навігації.

3.1. Зміна кута огляду за допомогою миші. Щоб змінити кут огляду за допомогою миші, виконайте наступні дії:

3.1.1. Якщо ваша миша має середню кнопку або колесо прокрутки з функцією натиснення, змініть кут огляду, натиснувши середню кнопку і перемістивши мишу вгору або вниз.

3.1.2. Якщо миша має колесо прокрутки, можна змінити кут огляду, натиснувши кнопку **SHIFT** і прокрутивши колесо. Прокручуйте колесо «**ВНИЗ**», щоб збільшити кут огляду і повернутися до режиму перегляду «**зверху вниз**», або «**ВГОРУ**», щоб зменшити кут огляду і побачити горизонт.

3.2. Зміна кута огляду за допомогою елементів навігації. Можна змінити кут нахилу області перегляду за допомогою масштабування. При достатньому збільшенні *Google Earth* нахиліть область перегляду і напрямок вашого зору піде від вертикалі в сторону лінії горизонту.


Етап №4. Переміщення і огляд зображення, пошук об'єктів в Google Earth

У *Google Earth* можна проводити огляд і одночасно пересуватися. Між цими поняттями є різниця. При огляданні відбувається огляд з однієї точки, як при поворотах голови. При пересуванні змінюється точка огляду. Обидві дії впливають на перспективу зображення.

4.1. Огляд за допомогою елементів навігації. Щоб провести огляд, виконайте наступні дії:

4.1.1. Перемістіть покажчик миші в правий верхній кут засобу тривимірного перегляду. З'являться елементи навігації. Для перегляду натисніть стрілку на джойстикі перегляду у відповідного напрямку. У центрі цього джойстика зображено значок ока.

4.1.2. Для швидкої зміни кута огляду натисніть і утримуйте кнопку миші, а потім переміщуйте покажчик за межі джойстика.

4.1.3. Натисніть і перемістіть зовнішнє кільце джойстика перегляду. При цьому буде змінений кут огляду. Щоб повернутися до звичайної перспективи (північ зверху), натискайте  або натискайте кнопку **N** на клавіатурі.

4.2. Переміщення за допомогою елементів навігації. Для переміщення виконайте такі дії:

4.2.1. Перемістіть покажчик миші у правий кут вікна 3D-перегляду. З'являться елементи навігації. Джойстик переміщення знаходиться в середній частині, у його центрі зображено значок руки.

4.2.2. Для переміщення у необхідному напрямку натисніть на відповідну стрілку.


4.2.3. Для швидкого переміщення натисніть і утримуйте кнопку миші, а потім переміщайте покажчик за межами джойстика.

4.3. *Переміщення за допомогою миші.* Для переміщення виконайте наступні дії: Натисніть і утримуйте ліву кнопку миші. Для переміщення в необхідному напрямі, перемістіть покажчик миші в потрібну точку екрану, відпустіть кнопку.

4.4. *Пошук об'єктів за адресою.* **Google Earth** дозволяє знайти об'єкти за адресою. Для багатьох країн це пошук за повною поштовою адресою, аж до номера будинку. Для України повна пошукова функція обмежена великими містами. Так, наприклад, знайдемо **міст Патона в Києві**. Для цього виконайте наступні дії:

4.3.1. У панелі пошуку введіть наступну адресу: **Міст Патона, Україна**.

4.3.2. Натисніть кнопку пошуку **Пошук**. **Google Earth** відображає результати пошуку цієї адреси на панелі пошуку, і засіб тривимірного перегляду переходить за цією адресою в Києві (рис. Д-20).

4.3.3. Можна очистити результати пошуку і виконати новий пошук, натиснув кнопку очищення  під результатами пошуку.

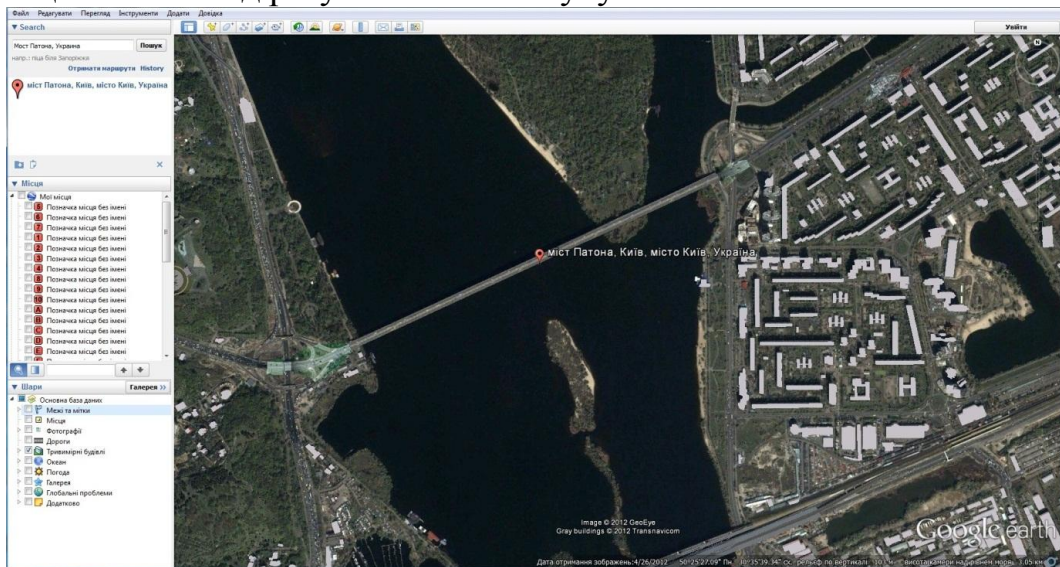



Рис. Д-20. Поле результатів пошуку об'єктів у георесурсі **Google Earth**

Етап №5. Створення мітки

Використовуючи мітку, можна відзначити будь-яке місце на планеті. Після створення мітки вона відображається в папці **Мої місця** на панелі **Місця**. Крім того, ви можете редагувати, переміщати, або видаляти будь-яку мітку. Як приклад, створимо мітку для **моста Патона** в Києві. Для цього виконайте наступні дії:

5.1. Натисніть кнопку **Метка** на панелі інструментів . З'явиться діалогове вікно **Створити Позначку місця**, і значок мітки буде поміщений точно в центр засобу тривимірного перегляду.

5.2. Перемістіть мітку, натиснувши і перетягнувши її в центр моста (див. рис. Д.20). Ви можете використовувати цей метод для переміщення мітки в будь-яке місце розташування.

5.3. У діалоговому вікні **Створити Позначку місця** введіть наступну інформацію:

Назва: "Міст Патона" Опис: "Перший у світі суцільнозварний міст."

5.4. Натисніть **OK**. *Google Earth* відобразить мітку в вікні і у папці **Мої місця** на панелі **Місця**.

5.5. Щоб проглянути свою мітку будь-який час, двічі натисніть її на панелі **Місця**.

Етап №6. Вимірювання відстаней

Для виміру довжини в *Google Earth* використовуйте функцію **Лінійка** (меню **Інструменти**):

6.1. Розташуйте зображення *моста Патона* (див. етап 4.4), в вікні перегляду і переконайтеся, що виконується оглядання Землі зверху донизу. Вимір виконується по точках з використанням координат широти і довготи, висота не враховується.

6.2. Натисніть кнопку **Лінійка** в меню **Інструменти**. З'явиться діалогове вікно **Лінійка**. Перемістіть діалогове вікно в таке місце екрану, де б воно не ускладнювало огляд.

6.3. Виберіть фігуру, за допомогою якої необхідно виконати вимір. Всі версії *Google Earth* можуть виконувати вимір за допомогою **лінії** або **шляху**. **Лінія** забезпечує вимірювання відстані по прямій, а **Шлях** дозволяє вимірювати криволінійні відрізки.

6.4. Натисніть кнопку миші в **вікні перегляду**, щоб встановити початкову точку для заміру і продовжуйте натискувати до тих пір, поки лінія або шлях не охоплять необхідний регіон. У вікні **Довжина** з'явиться показник довжини моста (рис.Д-21). Всі одиниці виміру вказані в діалоговому вікні **Лінійка**, можна вибрати інші одиниці виміру.

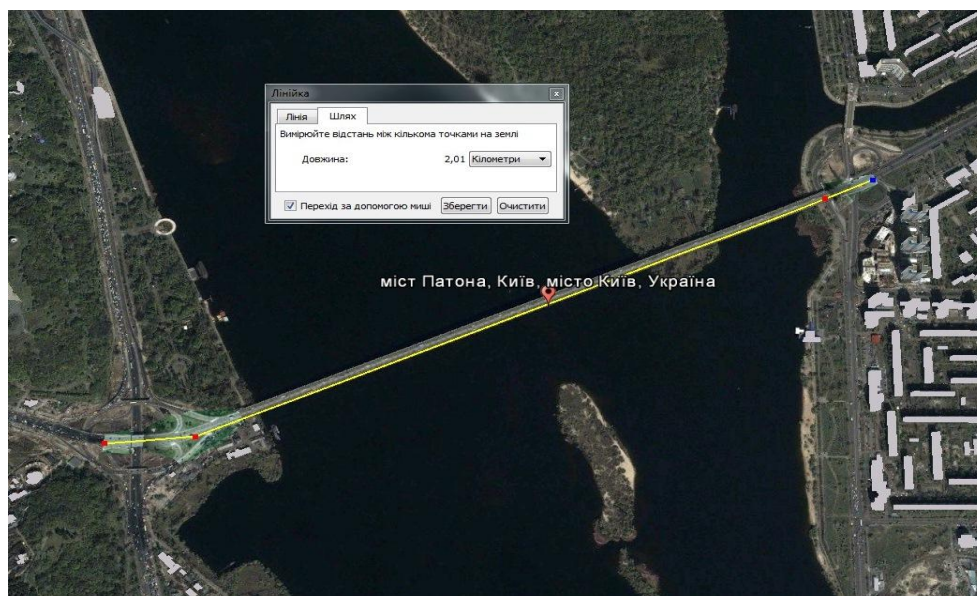


Рис. Д-21. Вікно виміру довжини.

Етап №7. Робота з шарами

Google Earth відображає безліч географічних даних. Для цього слугують наступні шари змісту: *Межі та мітки, Місця, Фотографії, Дороги, 3D-будівлі, Океан* та ін. Щоб вибрати або скасувати вибір інформаційного шару, натисніть в полі **Шари** на його значок і змініть стан прапорця ліворуч від назви шару. Послідовно ознайомтесь з особливостями візуалізації всіх видів інформації в програмі *Google Earth* на супутникових знімках Землі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

Тема : Знайомство з каталогом космічних знімків Global Land Cover Facility

Мета роботи: Ознайомитися з вмістом каталогу **Global Land Cover Facility** і правилами вилучення космічних знімків.

Завдання:

1. Навчитися користуватися каталогом космічних знімків **Global Land Cover Facility (GLCF)**.
2. Набути навички вилучення різночасних знімків з каталогу **GLCF**.

Порядок виконання роботи:

Етап №1. Знайомство з каталогом космічних знімків Global Land Cover Facility

1.1. Забезпечте підключення комп'ютера до мережі Інтернету. Зайдіть на сайт каталогу знімків **Global Land Cover Facility** за адресою <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>. Відкриється головне вікно каталогу космічних знімків **GLCF** (рис. Д-22).

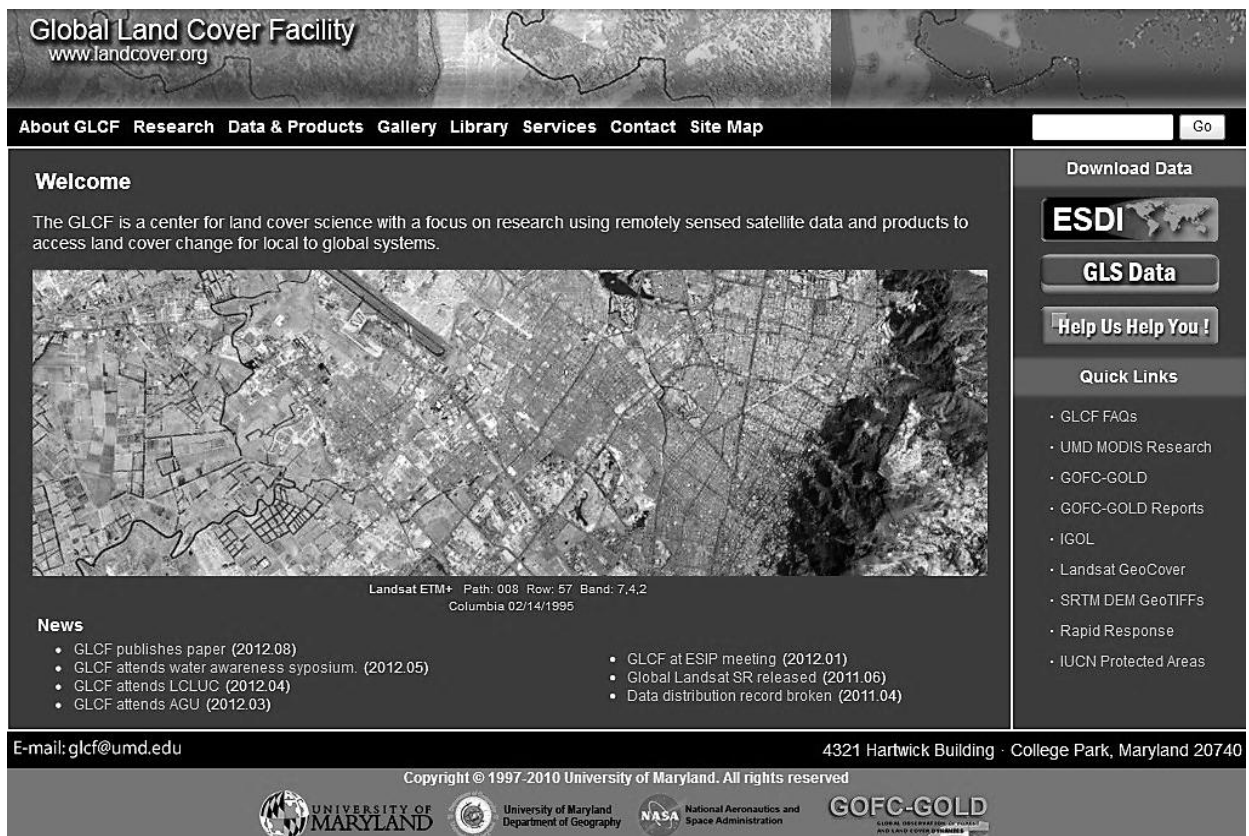


Рис. Д.22. Головне вікно каталогу космічних знімків GLCF.

1.2. Виберіть закладку **Data & Products** і у вікні, що відкрилося, клікніть на закладці **Earth Science Data Interface**. Відкриється інтерфейс **Earth Science Data Interface** (рис. Д-23).

1.3. Клікніть на піктограмі **Map Search**. Відкриється вікно пошуку знімків каталогу **GLCF** (рис. Д-24).

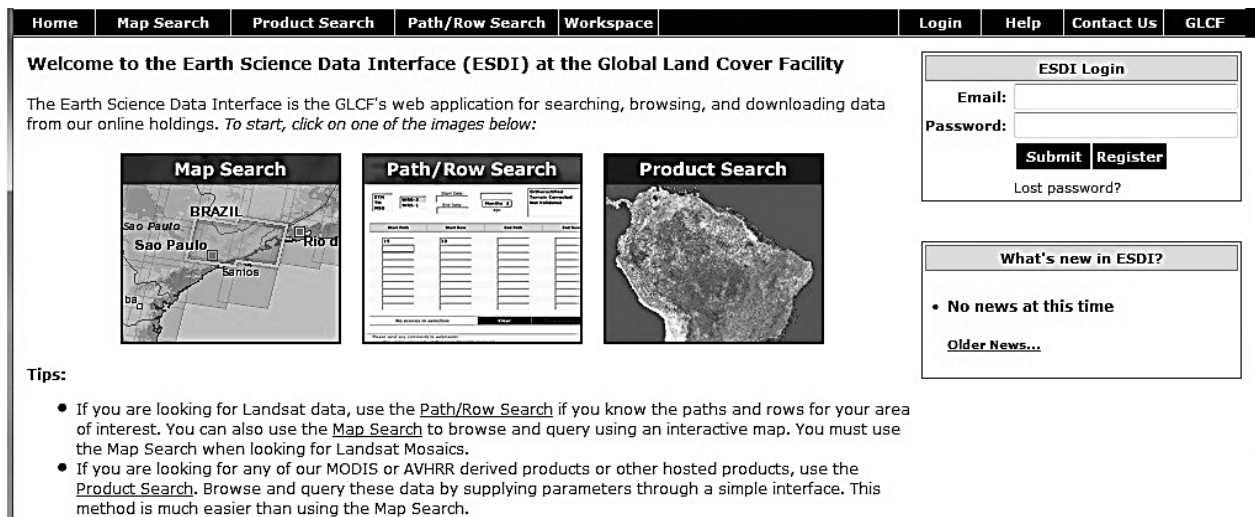





Рис. Д-23. Вікно інтерфейсу Earth Science Data Interface.

1.4. У закладці **Landsat Imagery** поставте мітку навпроти даних **Etm+**. Для вибору району зйомок, використовуйте команду **Zoom In** (наближення)  – для наближення потрібного місця зйомки, а **Pan** (панорамування)  – для переміщення зображення у вікні програми. У вікнах **Start Date** (початковий період) і **End Date** (кінцевий період) вкажіть періоди зйомок (рік-місяць-день, наприклад: 2012-07-17). У вікні **New Since** (у новому часі) поставте цифру 1000. Кликніть на піктограмі **Select**  (вибирати). Курсор набуде форми руки, за допомогою якої вкажіть потрібне місце зйомки. Кликніть на кнопці **Preview & Download**. Відкриється вікно, що відображає інформацію про знімки, які відповідають умовам пошуку (рис. Д-25).

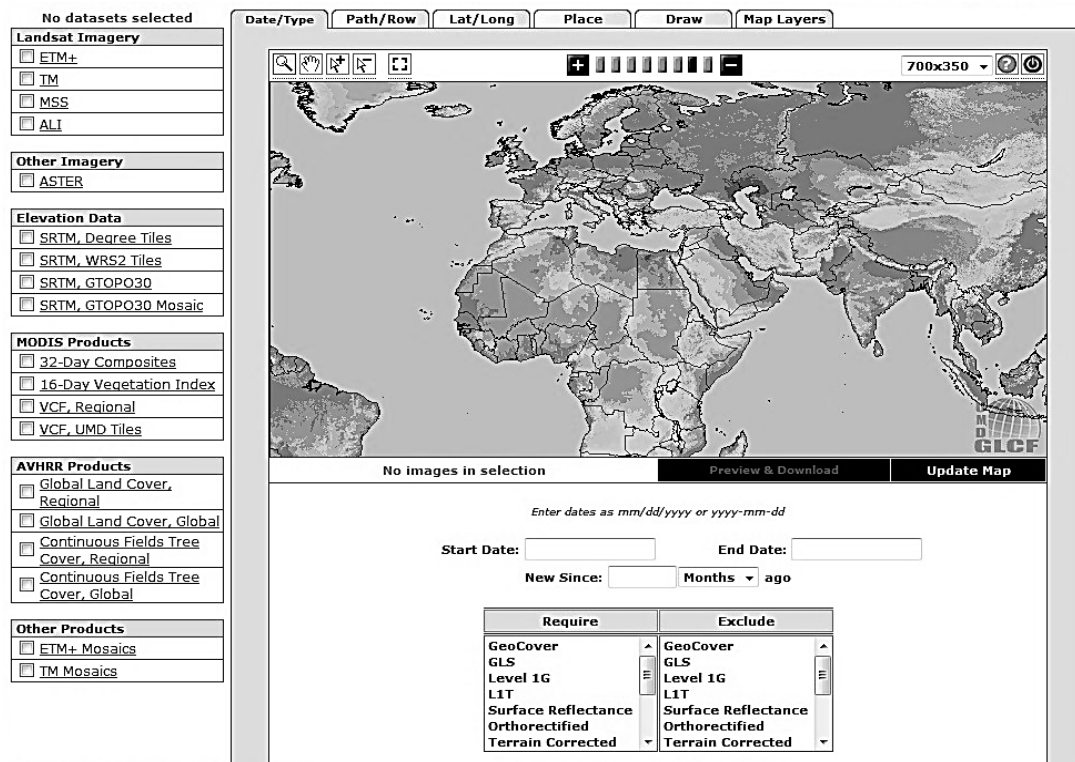


Рис. Д-24. Вікно пошуку знімків каталогу GLCF

1.5. При необхідності відновити результати запиту, користуйтеся кнопкою **Update Map**.

Етап №2. Вилучення різночасних знімків з каталогу GLCF.

2.1. У вікні результатів пошуку знімків, що відповідають умовам пошуку, містяться архіви зображень різних каналів зйомки, отриманих з супутника **LANDSAT** в різні періоди часу.

2.2. По черзі закачайте архіви знімків у заздалегідь створену папку. Дату зйомки вибирайте самостійно, звертаючи увагу на час зйомки і характер хмарності в період зйомки.

2.3. Зіставивши різночасні знімки, проаналізуйте їх і зробіть висновки про природні і антропогенні зміни на досліджуваних територіях.

2.4. Оформіть звітну презентацію за допомогою програми **Power Point**, вказавши географічну характеристику району, що вивчається, список використаних знімків і висновки про природні та антропогенні зміни на досліджуваних територіях.

ETM+
WRS-2, Path 044, Row 034
2005-04-18
GLCF
Surface Reflectance
United States
Online: 248-244
Compressed Size: 277 MB; Actual Size: 1,010 MB

Info Download

San Francisco California Nevada

GLCF

Click on an ID below to Preview and Download. Click on the preview above to see a larger browse image.

<< First < Previous Page 1 of 1 Next > Last >>

show/hide columns

Search Results (6)

[ID]	Status	[WRS: P/R]	[Acq. Date]	Dataset	Producer	Attr.	Type	Location
017-971	Online	2: 044/034	1999-07-07	ETM+	USGS	L1G	BSQ	United States
043-259	Online	2: 044/034	1999-07-07	ETM+	EarthSat	Ortho, GeoCover	GeoTIFF	United States
208-330	Online	2: 044/034	1999-07-07	ETM+	USGS	Ortho, GLS2000	GeoTIFF	United States
216-664	Online	2: 044/034	2005-04-18	ETM+	USGS	Ortho, GLS2005	GeoTIFF	United States
239-349	Online	2: 044/034	1999-07-07	ETM+	GLCF	Surface Reflectance	GeoTIFF	United States
248-244	Online	2: 044/034	2005-04-18	ETM+	GLCF	Surface Reflectance	GeoTIFF	United States

Рис. Д-25. Вікно інформації про результати пошуку в каталозі космічних знімків GLCF.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7


Тема: Завантаження супутникових знімків та їх комп'ютерна обробка в програмі SAS.Планета

Мета роботи: Навчитися використовувати програму **SAS.Планета** для завантаження та комп'ютерної обробки супутникових знімків.

Завдання:

1. Оволодіти основними елементами управління програми **SAS.Планета**.
2. Навчитися знаходити, завантажувати та зберігати супутникові знімки з різних джерел.
3. Навчитися працювати з шарами різного інформаційного навантаження.
4. Оволодіти головними прикладними функціями програми **SAS.Планета** (вимірювання відстаней, робота з мітками, визначення координат географічних об'єктів, роздрукування карт тощо).


Етап № 1. Знайомство з програмою SAS.Планета

1.1. Відкрийте програму **SAS.Планета**, **кликнув** на ярлику програми, що знаходиться на робочому столі комп'ютера  або використовуючи файл **SASPlanet.exe**. Відкриється головне меню програми (рис. Д-26).

1.2. Послідовно ознайомтеся з елементами управління програми, доступними в головному вікні **SAS.Планета**.

Етап № 2. Завантаження супутникових знімків і інформаційних шарів у програмі SAS.Планета

2.1. Виберіть закладку **Источник** і у вікні що відкриється, **кликніть** на команді **Интернет и кеш**.

2.2. Натисніть кнопку пошуку місця , і у вікні що відкриється **Перейти к ...** (рис. Д-27), поставте позначку навпроти **Google!**. У середньому ряду введіть географічну назву об'єкта (у нашому прикладі – *Кривий Ріг*), виберіть масштаб **x14** і **кликніть** на кнопці **Перейти**. Відкриється супутниковий знімок вибраної території.

2.3. Виберіть закладку **Карты** у вікні джерел (рис. Д-28а) і послідовно знайдіть джерело, що забезпечує найкращу якість і деталізацію карти. Приблизний порядок перебору: **Google, Яндекс, Космоснимки, Virtual Earth**. Якщо на рівні що вас цікавить, знімків потрібної деталізації у розглянутого джерела немає, то на екрані з'являються квадратики з написом «*нет карт для данного уровня*» і слід переходити до іншого джерела. Крім того, майте на увазі, що для отримання файлу зображення, необхідний час, який залежить від швидкості Інтернету.

2.4. Виберіть закладку **Слои** і у вікні (рис. Д-28б) виберіть інформаційний шар, який буде накладений на знімок. Необхідно ретельно підбирати інформаційні шари, оскільки вони можуть не поєднуватися з зображенням супутникових знімків (бажано, щоб знімки та інформаційні шари були від одного й того ж джерела).

Етап № 3. Збереження супутникових знімків в кеші

3.1. Виберіть пункт меню **Операции > Выделить > Прямоугольная область**.

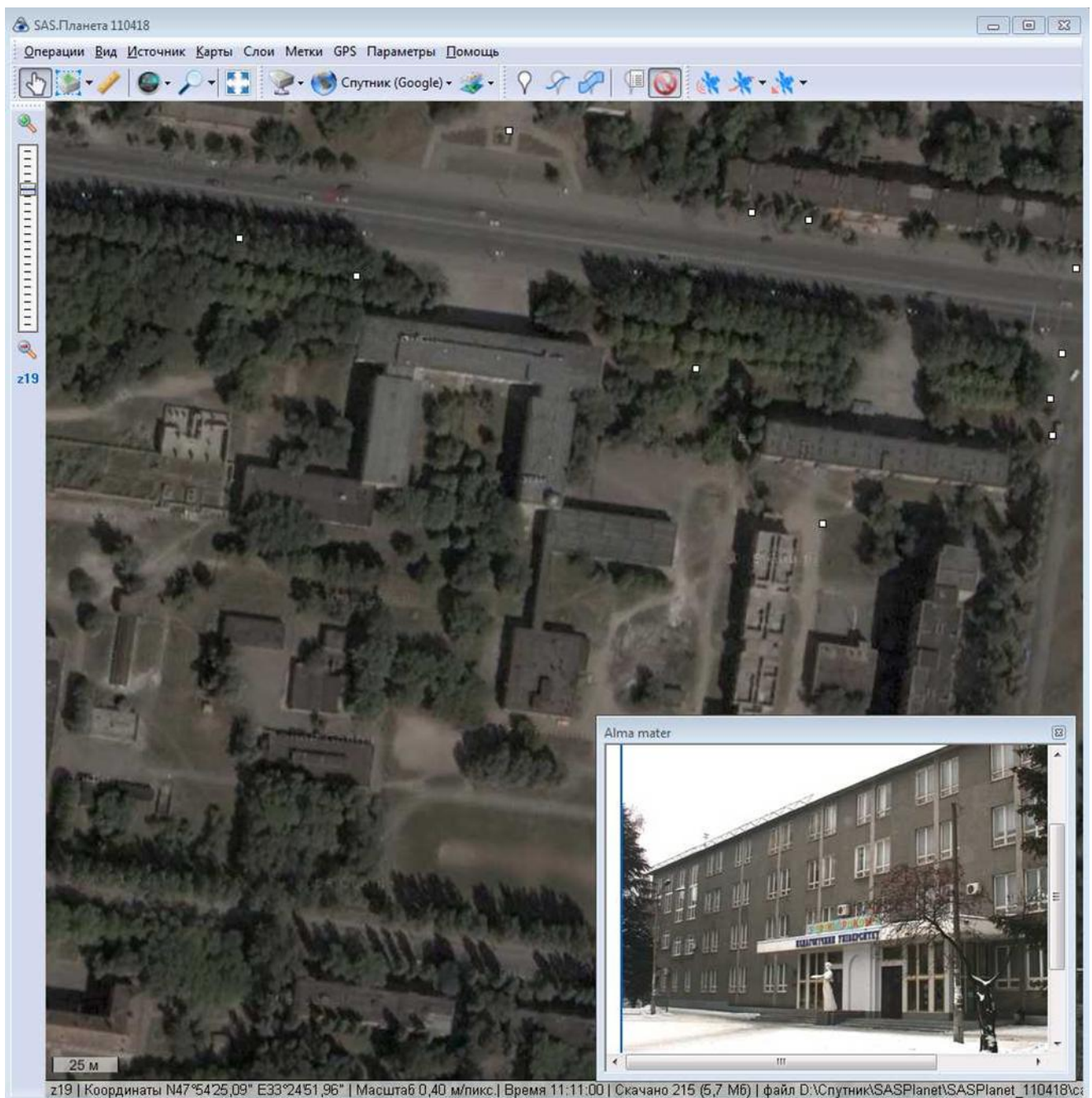


Рис. Д-26. Головне меню програми *SAS.Планета*.

Головні елементи управління:

Операции – використовується для роботи з файлами (відкриття та збереження), а також здійснення операцій з зображеннями (масштабування, вимірювання відстаней і виділення областей на знімках).

Вид – формує відображення панелей інструментів та елементів інтерфейсу програми і управляє видом зображення знімка.

Источник – визначає інформаційне джерело, з якого буде здійснюватися скачування знімка.

Карты – міститься список знімків і карт, для яких є можливість перегляду та скачування.

Слои – міститься список шарів, доступних для перегляду та скачування.

Метки – дозволяє працювати з позначками.

GPS – забезпечує роботу з GPS - приймачами.

Параметры – управляє параметрами поточного зображення і забезпечує настройку програми.

Помощь – забезпечує через Інтернет доступ до інформаційних служб.

Інструменти програми:



– за допомогою лівої кнопки миші забезпечує переміщення зображення у вікні програми;



– дозволяє виділити області на знімку і забезпечує операції з ними;



– вимірювання відстаней по прямій між зазначеними точками;



– забезпечує операції з виділеною областю знімка;



– дозволяє перейти до зазначеної точки (по мітці, назві або координатам);



– формує зображення знімка на весь екран;



– визначає інформаційне джерело, з якого буде здійснюватися скачування знімка;



– забезпечує список сервісів, для яких є можливість перегляду та скачування знімків і карт;



– визначає список шарів, доступних для перегляду та скачування;



– додає нову позначку;



– додає новий шлях;



– додає новий полігон;



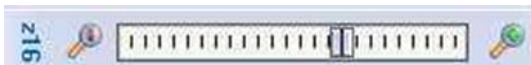
– дозволяє редагувати мітки, змінювати видимість міток на карті і проводити інші операції з мітками;



– приховує всі позначки;



– забезпечує роботу з GPS - приймачами (підключення, робота з треками та ін.);



– дозволяє змінювати масштаб зображення;

z16 | Координаты N47°53'23,13" E33°26'01,83" | Масштаб 3,20 м/пикс. | Время 11:01:00 | Скачано 103 (4,4 Мб) | файл D:\С_

інформаційний рядок (масштаб зображення, координати курсору, час завантажування, обсяг і місце збереження файлу).

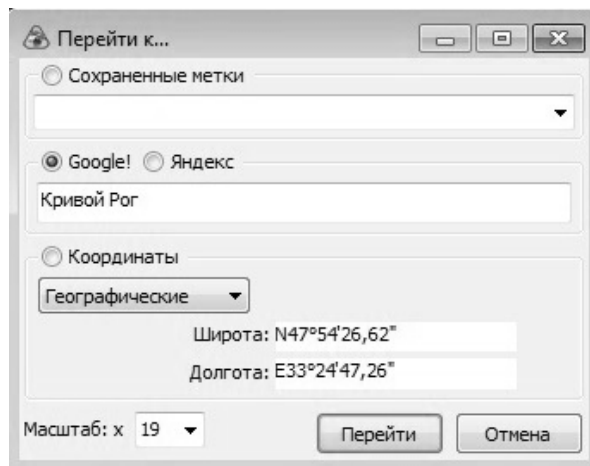


Рис. Д-27. Вікно *Перейти к...* програми *SAS.Планета*.

Програма перейде в режим вибору області для завантаження супутникового знімка.

Також можна натиснути на кнопку **Операция с выделенной областью** в меню інструментів.

3.2. Візуально помітьте прямокутну область знімка, що вас цікавить, кликнув лівою кнопкою миші в одній з вершин цієї області (не утримуйте кнопку). З'явиться синій прямокутник, який буде слідувати за курсором миші. Клацніть лівою кнопкою миші в протилежному кутку області, що вас цікавить. З'явиться багатофункціональне вікно **Операция с выделенной областью** (рис. Д-29).

3.3. Перейдіть на вкладку **Загрузить** і в списку **Масштаб** вкажіть масштабний коефіцієнт, за яким спостерігалася оптимальна деталізація супутникових знімків (у нашому випадку - **18**). Натисніть **Начать**. Програма почне завантажувати в кеш фрагменти супутникового знімка вибраної області у зазначеному масштабі. Хід завантаження буде відображатися в діалозі завантаження. Після закінчення завантаження натисніть **Выход**.

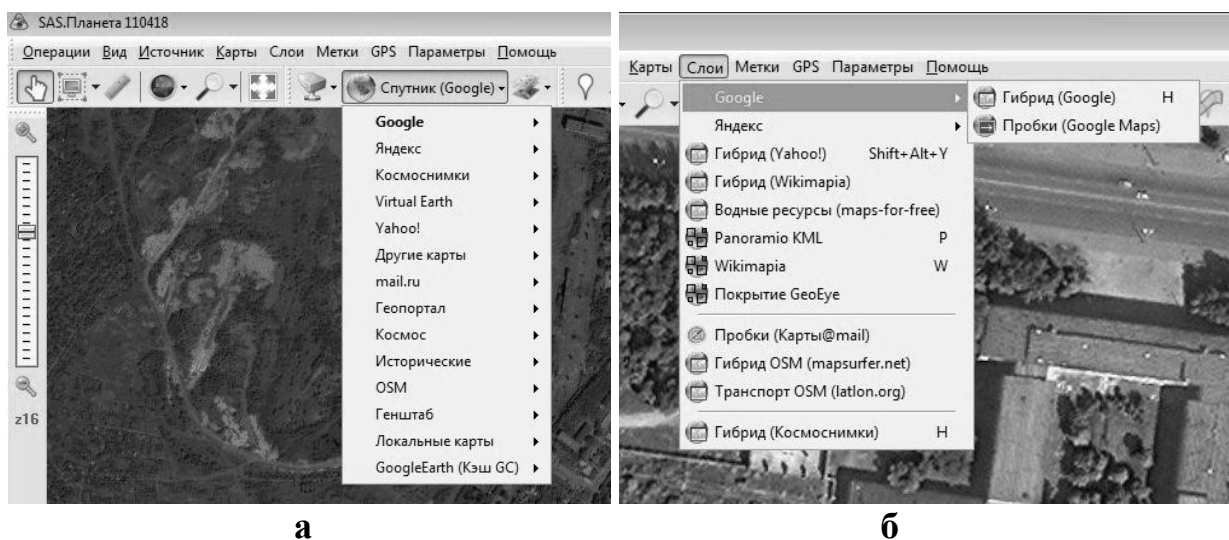


Рис. Д-28. Фрагмент головного меню програми *SAS.Планета* із зазначенням списку джерел (а), для яких є можливість перегляду і скачування знімків та інформаційних шарів (б), які будуть накладені на знімок

3.4. Знову виділіть ту ж прямокутну область, вибравши пункт меню **Операции > Выделить > Предыдущее** і в багатофункціональному діалозі **Операции с выделенной областью** що відкриється, перейдіть на вкладку **Склеить** (рис. Д30).

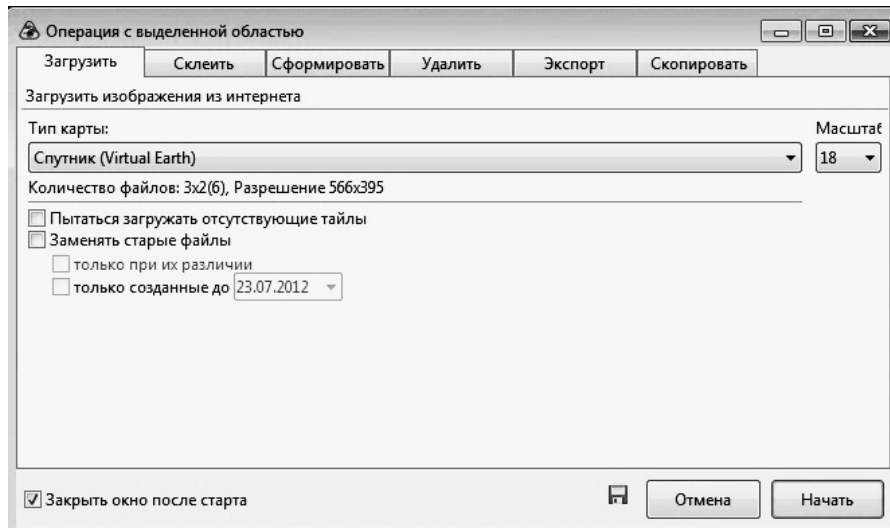


Рис. Д-29. Зміст вкладки *Операция с выделенной областью* програми *SAS.Планета*

Переконайтеся, що у списку **Тип карти** обрана та ж база супутникових карт, з якої були завантажені знімки. У списку **Наложить** можна вибрати інформаційний шар що буде відображатися поверх супутникового знімка. У полі **Масштаб** вкажіть той же коефіцієнт, за яким завантажувалися фрагменти супутникового знімка. Можна наказати програмі створювати файл прив'язки, вибравши його тип в списку **Создавать файл привязки** (наприклад, якщо створити *map*-файл, то супутниковий знімок можна буде відкрити в програмі **OziExplorer**). У полі **Разбить изображение** вкажіть на скільки фрагментів буде розбитий збережений супутниковий знімок. Це дозволить роздрукувати його на принтері формату А4 і склеїти фрагменти. У полі **Куда сохранять** вкажіть місце збереження файлу, а у полі **Результирующий формат** – виберіть формат **JPEG**. Натисніть **Начать**.

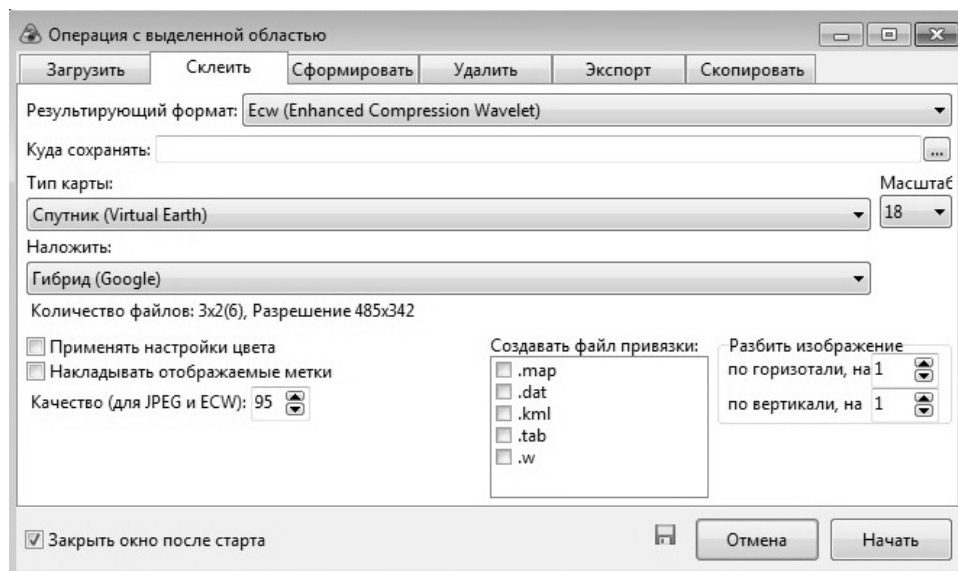



Рис. Д-30. Зміст вкладки *Склеить вкна - Операция с выделенной областью* програми *SAS.Планета*


Етап № 4. Вивчення головних прикладних функцій програми SAS.Планета

4.1. Для вимірювання відстаней, натисніть кнопку **Измерить расстояние**  в меню інструментів. Курсором відзначаєте точки на знімку, між якими слід провести

вимірювання відстаней. Кількість точок не обмежена. Відстань вимірюється між попередньою і наступною точками, а також сумарно від початкової точки до кінцевої. Біля кожної проміжної точки з'являється напис, що вказує відстань від даної точки до попередньої, а біля останньої точки – напис із зазначенням загальної відстані.

4.2. Для створення мітки точкових об'єктів, виберіть закладку **Метки** і в вікні, що відкривається (рис.Д-31) клікніть на команді **Добавить метку**. Після вибору цього інструменту клікніть лівою кнопкою миші в тому місці знімка, де слід встановити мітку. Відкривається вікно **Добавить новую метку**. У цьому вікні встановіть (див. рис. Д-31):

- категорію міток, до якої належить дана мітка;
- назва мітки;
- форму іконки, що призначається для даної мітки;
- опис мітки (не обов'язково);
- колір тексту і тіні;
- розмір шрифту та іконки;
- прозорість.

Географічні координати мітки вказуються програмою автоматично. Після натискання кнопки **Добавить**, мітка буде створена. Створити нову мітку також можна за допомогою меню інструментів **Добавить новую метку** .

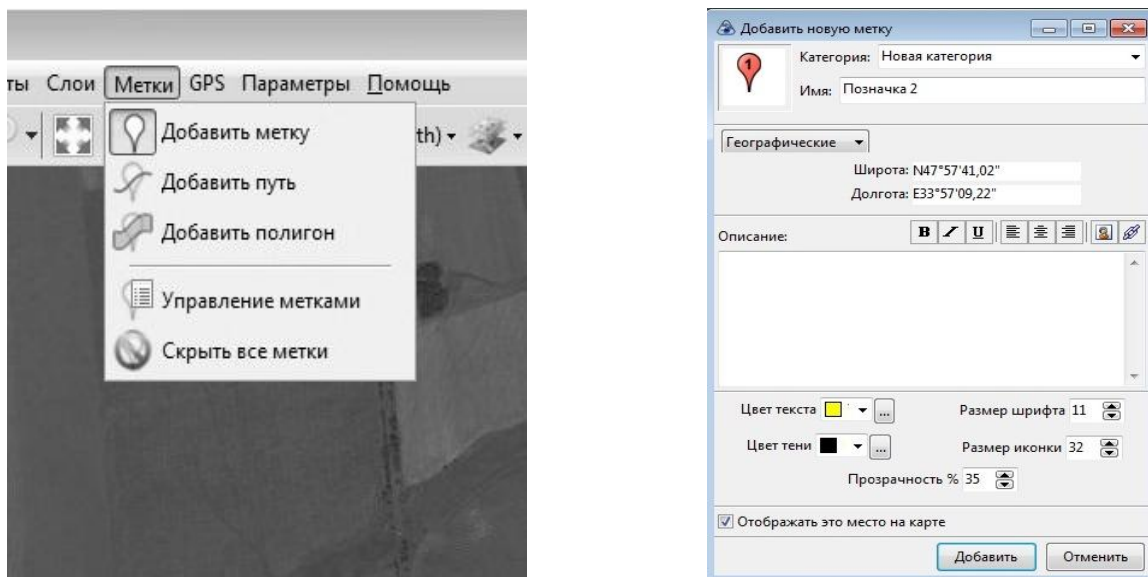



Рис. Д-31. Вікна **Метки** (зліва) та **Добавить новую метку** (справа) програми **SAS.Планета**.

4.3. Для додавання нового шляху, виберіть закладку **Метки** (див. рис. Д-31) і клікніть на команді **Добавить путь**. Після вибору цього інструменту слід курсором вказати точки прокладання шляху. Після вказівки другої точки, на екрані з'являється маленьке віконце (рис. Д-32). З його допомогою можна:

- видалити останню введену точку (ліва кнопка);
- зберегти шлях (середня кнопка з зображенням дискети);
- автоматично прокласти шлях засобами Інтернет-сервісів (права кнопка).

При збереженні шляху відкривається вікно **Добавить новый путь** (рис. Д-32), в якому необхідно вказати:

- назва категорії, до якої належить даний шлях;
- назва шляху;
- опис шляху (не обов'язково);
- колір шляху і ширину лінії;
- прозорість.

Після натискання кнопки **Добавить**, шлях буде збережений. Додати новий шлях також можна за допомогою меню інструментів **Добавить новый путь** .

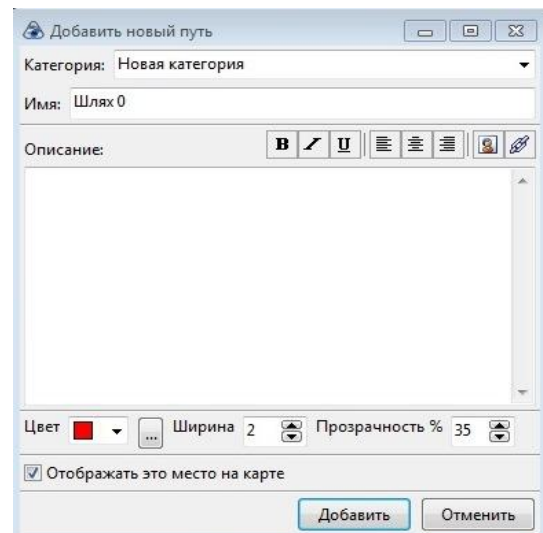


Рис. Д-32. Вікна управління додаванням нового шляху (зліва) та **Добавить новый путь** (справа) програми *SAS.Планета*.


4.4. Для додавання полігону, виберіть закладку **Метки** (див. рис. Д-31) і клікніть на команді **Добавить полигон**. Після вибору цього інструменту слід курсором вказати точки полігону. Полігон замикається автоматично. Після вказівки другої точки полігону на екрані з'являється маленьке віконце (рис. Д-33), в якому можна видалити останню введену точку, або завершити побудову полігону. При збереженні нового полігону відкривається вікно, аналогічне вікну **Добавить новый путь**. Єдина відмінність лише в тому, що для полігону можна додатково встановити колір і прозорість заповнення полігону. Додати полігон також можна за допомогою меню інструментів **Добавить новый полигон** .



Рис. Д-33. Вікно управління додаванням нового полігону програми *SAS.Планета*.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8

Тема : Вивчення електронної бази даних аерокосмічних знімків в програмі *PhoA*


Мета роботи: Навчитися працювати з електронною базою даних аерокосмічних знімків, створеної за допомогою програми **PhoA**.

Завдання:

1. Оволодіти основними елементами управління програми **PhoA**.
2. Навчитися знаходити і завантажувати аерокосмічні знімки по різних критеріях пошуку.
3. Оволодіти навичками перегляду і редагування властивостей аерокосмічних знімків.
4. Навчитися поповнювати базу даних аерокосмічних знімків.

Порядок виконання роботи:

Етап №1. Знайомство з програмою PhoA


1.1. Відкрийте програму, кликнувши на ярлику програми , що знаходиться в електронному додатку до навчального посібника в папці **БД ДЗЗ**. Відкриється головне меню програми.

1.2. Для завантаження бази даних аерокосмічних знімків виконайте наступну послідовність команд: **Файл - Открыть - < шлях до файлу >**. Файл бази даних знаходиться на комп'ютерному диску в папці **БД ДЗЗ** під ім'ям **<ДЗЗ>**. У головному вікні програми з'являються ескізи аерокосмічних знімків (рис. Д-34).

1.3. Послідовно ознайомтеся з елементами управління програми **PhoA**, доступними в її головному вікні.

Етап №2. Пошук і завантаження аерокосмічних знімків за вибраними критеріями

2.1. Для пошуку аерокосмічних знімків у ручному режимі, протягніть повзунок у правій частині головного меню програми або використовуйте кнопки **PgOn** та **PgUp**. В результаті, у вікні програми змінюються ескізи знімків. При виявленні потрібного зображення, кликніть лівою кнопкою миші, відкривши режим перегляду зображення (рис. Д-35).

2.2. Для пошуку знімків за ключовими словами кликніть на піктограмі **Поиск** . У вікні **Пошук зображення**, що відкриється, кликніть на стрілці під написом **Свойство изображения** і виберіть функцію **Свойства изображения**. У наступному вікні, що відкрилося, зробіть мітку напроти команди **Ключевые слова** (рис. Д-36).


2.3. Кликніть в стовпці **Значение**, зробивши його активним, а потім кликніть лівою кнопкою на піктограмі з трьома крапками. Відкриється вікно **Выбор ключевых слов** (рис. Д-37).

2.4. Відзначте одне або декілька ключових слів, натисніть **ОК**, а потім двічі кликніть на кнопці **Найти**. З'явиться вікно **Главного меню** програми з ескізами знімків, що відповідають вибраним ключовим словам (або їх комбінації). Відкрийте потрібний знімок, кликнувши на його ескізі лівою кнопкою миші.

Етап №3. Перегляд і редагування властивостей аерокосмічних знімків

3.1. Для перегляду властивостей аерокосмічних знімків необхідно виділити знімок, що цікавить, в **Главном меню** програми, а потім вибрати команди меню **Правка – Изменить – Данные** або натискувати комбінацію клавіш **Alt + Enter**. Відкриється діалогове вікно **Свойства изображения** (рис. Д-38).


3.2. Вибравши команду **Свойства файла**, стає можливим перегляд адреси зберігання файлу з вибраним зображенням.


3.3. Кликнувши на піктограмі **Данные** , відкриється сторінка діалогу властивостей, що містить інформацію про назву знімка, його географічну прив'язку, джерело (носії знімальної апаратури, час і режим зйомки) і короткий опис аерокосмічного знімка.

3.4. Проглянути список ключових слів, можна вибравши команду **Ключевые слова**.

3.5. При відкритті сторінок діалогу властивостей **Данные** і **Ключевые слова**, стає можливим редагування інформації: зміна, додавання, видалення тощо.

Етап №4. Поповнення бази даних аерокосмічних знімків

4.1. Для додавання нового знімка в базу даних клікніть на піктограмі **Добавить изображение** . Відкриється вікно **Мастер добавления изображений**. Вказавши адресу розташування нового зображення, клікніть на піктограмі **Далее**. У вікні, що відкрилося, поставте мітку в файлах, які необхідно додати в базу даних. Клікніть ще раз на піктограмі **Далее**, для збереження зображення в базі даних.

4.2. Кожен знімок необхідно доповнити короткою характеристикою. Для цього необхідно виділити знімок в **Главном меню** програми. Потім натискайте кнопку перегляду властивостей зображення . У вікні **Свойства изображения** (див. рис. Д-38) послідовно заповніть інформаційні рядки на сторінці діалогу **Данные**. На сторінці діалогу **Ключевые слова** відзначте мітками ключові слова, що характеризують даний знімок. Натисніть **ОК**.

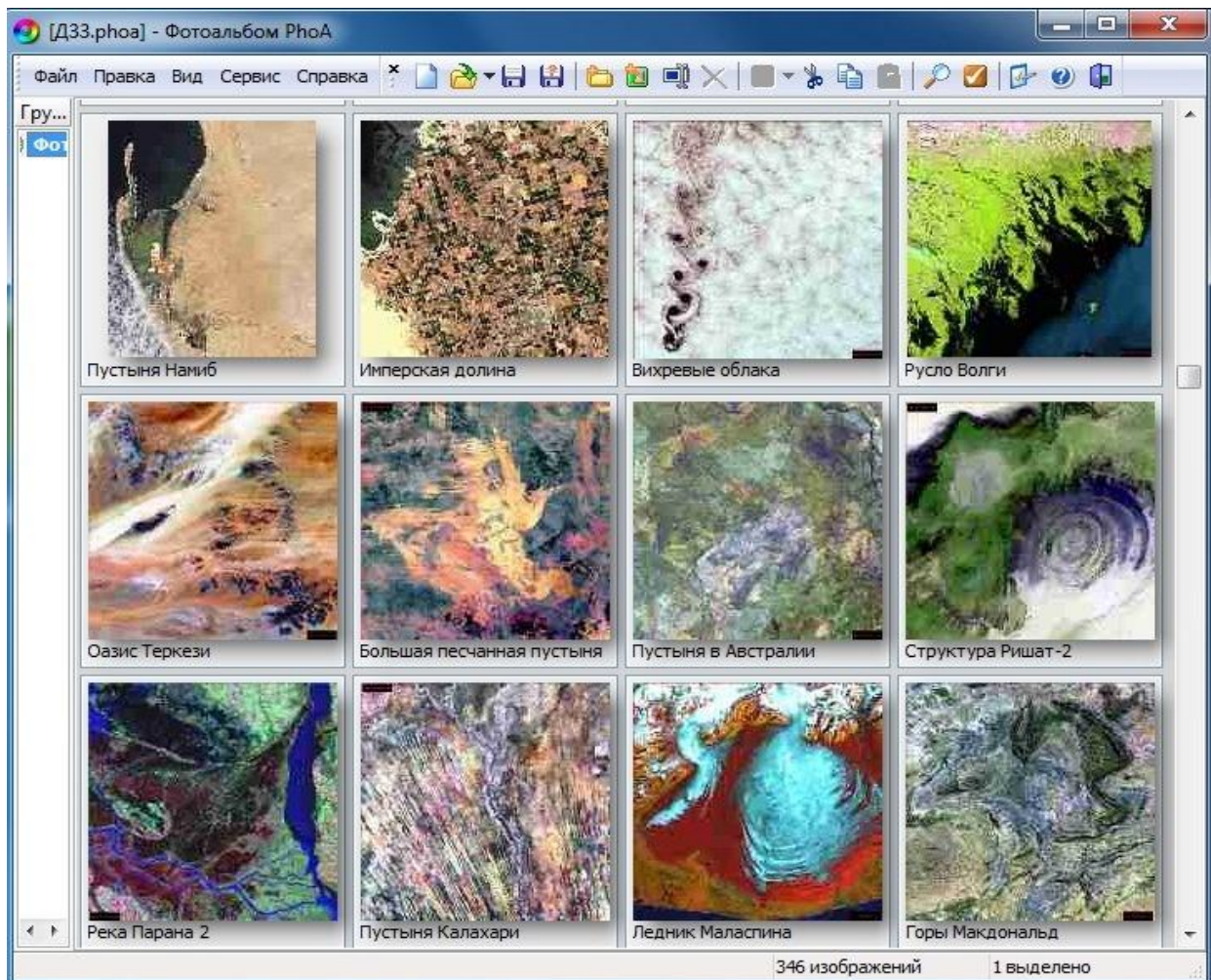


Рис. Д-34. Головне меню програми PhoA із завантаженими аерокосмічними знімками.

Головні елементи управління:

Файл – використовується для роботи з файлами (створення, відкриття і збереження).


















Правка – дозволяє редагувати зображення (вирізувати, копіювати, додавати тощо).

Вид – використовується для формування вигляду головного меню програми.

Сервис – управляє параметрами програми (налаштування програми, статистика, пошук зображень тощо).

Справка – забезпечує інформаційну підтримку програми.

Інструменти програми:

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | – дозволяє створити новий файл із зображеннями; |  | – відмінює останню зроблену операцію; |
|  | – дозволяє відкрити файл із зображеннями; |  | – вирізує виділене зображення в буфер обміну; |
|  | – зберігає зміни у файлі за старою адресою |  | – копіює виділене зображення в буфер обміну; |
|  | – зберігає зміни у файлі з іншим ім'ям (за новою адресою); |  | – вставити зображення з буфера обміну; |
|  | – додає нову групу зображень; |  | – пошук знімка по заданих критеріях; |
|  | – додає нові зображення в поточну групу; |  | – дозволяє відкрити вибраний знімок для перегляду; |
|  | – дозволяє проглянути властивості знімка; |  | – формує налаштування програми; |
|  | – видаляє знімок їх бази даних; |  | – відкриває вміст довідки; |
| | |  | – завершує роботу з програмою. |

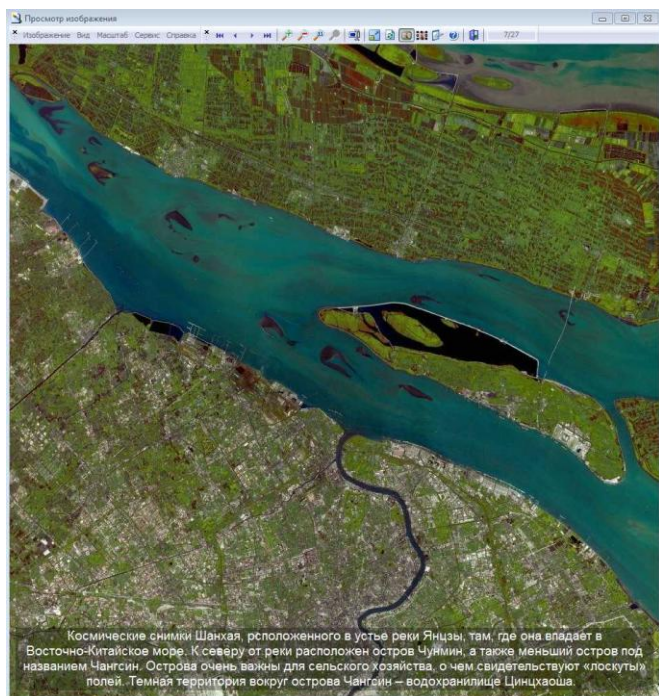


Рис. Д-35. Вікно перегляду зображення програми PhoA

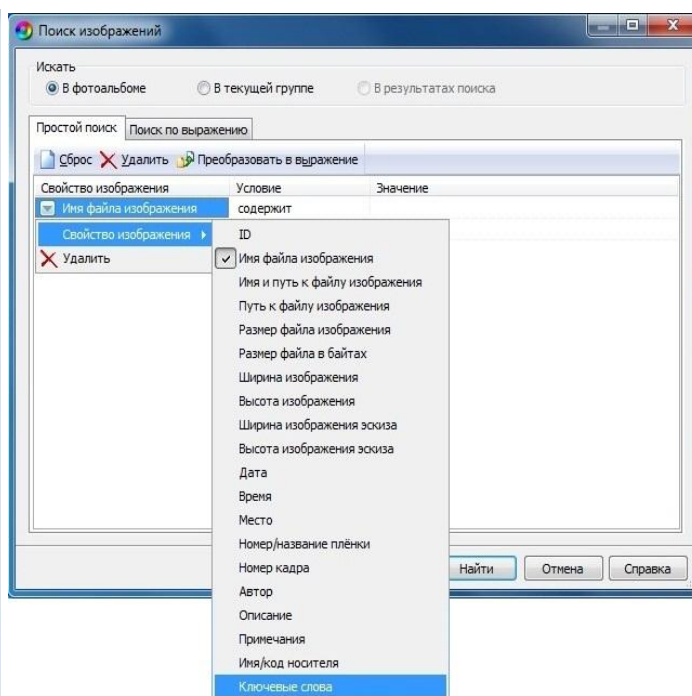


Рис. Д-36. Вікно Поиcк изображения програми PhoA

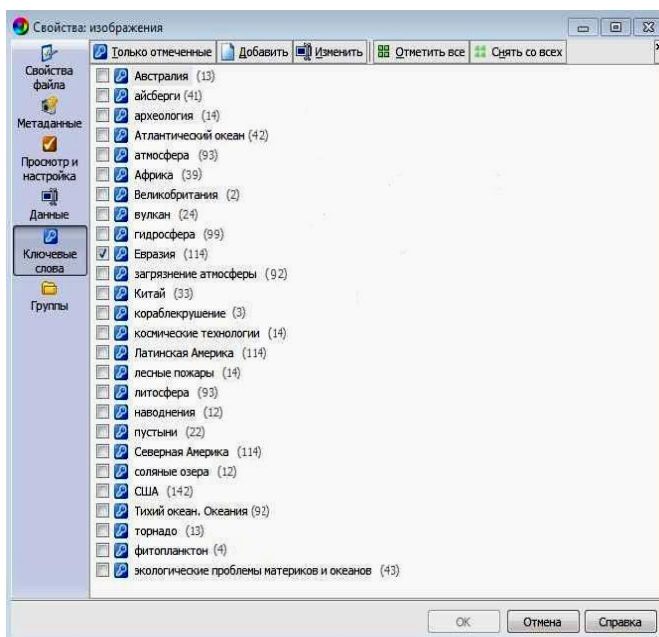


Рис. Д-37.Список ключових слів у вікні Свойства изображения програми PhoA.

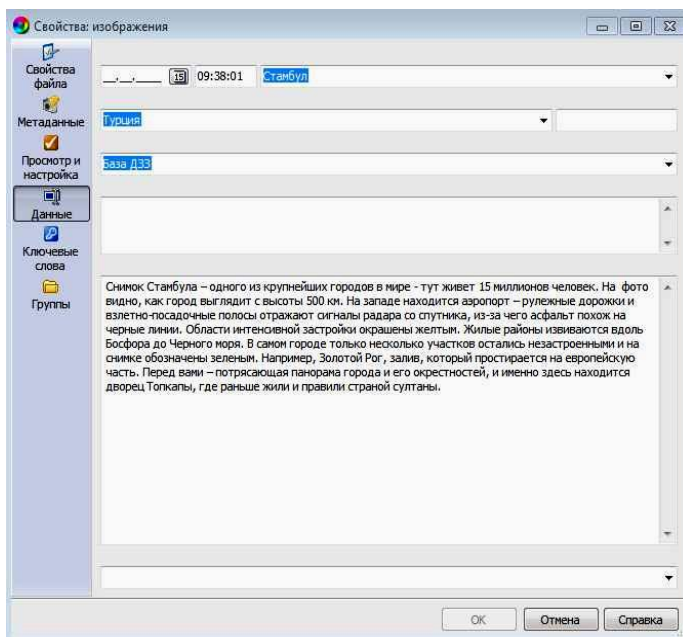


Рис. Д-38. Вікно властивостей зображення програми PhoA.

Наукове видання

Ігор Віталійович Холошин

Педагогічна геоінформатика

частина 1

Дистанційне зондування Землі

Навчальний посібник

Видавництво «Діоніс» *ФОП Чернявський Д.О.*
Директор *Чернявський Д.О.*

Підписано до друку 17.01.2013 р.
Формат 60X84/16, папір офсетний 80 г/м².
Друк ротатійний трафаретний, цифровий
Об'єм 14 ум. друкованих аркушів.
Наклад 200 екз. Зам. 17-01/13-5

Видавництво «Діоніс» (ФО-П Чернявський Д.О.)
пр. 200 річчя Кривому Рогу, 17, (зуп. «Спаська»),
тел.: (056) 440-21-63; 404-05-92; 442-71-11.
Свідоцтво ДК 3449 від 02.04.2009 р.

