



НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дослідницько-експериментальний напрям

**Аналіз космічних знімків
у геоінформаційних
системах**

Київ
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ**

Дослідницько-експериментальний напрям

**Аналіз космічних знімків
у геоінформаційних системах**

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2021

УДК 37.01

Н15

Редакційна колегія:

А. І. Грїтчина – завідувачка відділу змісту та якості освіти
НЦ «МАНУ», канд. пед. наук;

Н. О. Халупко – методистка кабінету програмно-методичного
забезпечення НЦ «МАНУ»

Рецензенти:

Ю. В. Горковчук – доцентка кафедри геоінформатики та фотограм-
метрії, заступниця декана факультету геоінформаційних систем та
управління територіями Київського національного університету буд-
дівництва і архітектури, канд. техн. наук;

В. М. Чехній – в. о. завідувача відділу ландшафтознавства Інститу-
ту географії Національної академії наук України, канд. географ. наук

*Рекомендовано науково-методичною радою
Національного центру «Мала академія наук України»
(протокол № 2 від 16 червня 2021 р.)*

Бабійчук С. М., Томченко О. В.

Н15 Навчальна програма з позашкільної освіти : дослідницько-експери-
ментальний напрям. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних си-
стемах. – Київ : Національний центр «Мала академія наук», 2021. – 28 с.

Навчальна програма «Аналіз космічних знімків у геоінформа-
ційних системах. Дослідницько-експериментальний напрям» спря-
мована на опанування учнями компетентностей з основ дистанцій-
ного зондування Землі на основному рівні.

Програма призначена для педагогічних працівників закладів
загальної середньої освіти, позашкільних, професійно-технічних за-
кладів освіти, викладачів і студентів закладів вищої освіти, інститу-
тів післядипломної педагогічної освіти і спеціалістів, які займаються
питаннями позашкільної освіти.

УДК 37.01

© Бабійчук С. М., Томченко О. В., 2021

© Національний центр

«Мала академія наук України», 2021

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Епоха четвертої промислової революції вимагає від людства переглянути своє ставлення не лише до ролі інформаційних технологій в усіх сферах життя сучасної людини, а й підготувати дітей до життя в другій половині XXI ст. через нові методи та підходи до освітнього процесу. В епоху великих даних, створення й удосконалення штучного інтелекту, нанороботів і квантових комп'ютерів, коли девайси стали невіддільною частиною життя, починаючи «з пелюшок», освіта не може залишатися осторонь.

З огляду на умови, що склалися станом на 2021 р.: дистанційна освіта, тотальна комп'ютеризація і щосекундне збільшення масиву великих даних, які можна і потрібно використовувати, в освіті формується нове положення – потрібно навчити учнів, вихованців і слухачів шукати, критично сприймати інформацію з мережі Інтернет, перевіряти її, аналізувати та творчо інтерпретувати.

Застосування інформаційних технологій у природничих науках дає змогу не лише перевіряти інформацію, а базуючись на концепції наукової освіти, здобувати нову, власну систему знань і уявлень про те, як «працює» наша Земля, як ми на неї впливаємо. Нині будь-хто може отримати доступ до даних супутникового спостереження за Землею. Космічний знімок містить великий масив інформації, яку побачити і проаналізувати можна завдяки низці інструментів спеціального програмного забезпечення (ПЗ) – ГІС (геоінформаційні системи). На сьогодні у світі налічується велика кількість такого ПЗ, що створено і на комерційній основі, і з відкритим програмним кодом. Ця навчальна програма зосереджена на застосуванні ПЗ – Quantum GIS (скорочена назва QGIS). Це одна з найбільш популярних функціональних крос-платформних ГІС, яка є у вільному доступі (відповідно до ліцензії GNU GPL), вона динамічно розвивається і використовується на міжнародному рівні в академічному та професійному середовищі.

Потужним інструментом дослідження земної поверхні є дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), що забезпечує високу наочність відображення різнопланової інформації у вигляді космічних знімків. Точність та інформаційна наповненість таких

знімків зростає з кожним роком, удосконалюється механізм космічної зйомки (збільшується просторова розрізненість космічного знімка, спектр зйомки може показати детальну інформацію про рівень вегетації рослин на певній ділянці, рівень зволоженості / посушливості території, рух атмосферних фронтів тощо). Поєднання ГІС із ДЗЗ дало змогу по-новому досліджувати нашу планету: бачити закриті для людського ока території, детально досліджувати ділянки, які науковцям раніше були недоступними.

Метою освітньої програми є формування в учнів, вихованців і слухачів компетентностей, пов'язаних з аналізом космічних знімків у ГІС з метою розвитку їх критичного та наукового типу мислення.

Навчальна програма «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах. Дослідницько-експериментальний напрям» (далі – програма) передбачає опанування учнями компетентностей з основ дистанційного зондування Землі на основному рівні. Враховуючи концепцію Нової української школи, освітній процес за цією програмою впливає на формування всіх 10-ти компетентностей, але більшою мірою програма спрямована на розвиток інформаційно-цифрової, екологічної та компетентності у природничих науках і технологіях.

Зміст програми спрямовано на формування у вихованців, учнів і слухачів знань з основ ДЗЗ та ГІС, опанування навичок роботи з відповідним програмним забезпеченням, його додатками та інструментами аналітики, залучення до пошукової і дослідницької роботи.

Завданнями програми є формування в учнів компетентностей:

- *пізнавальної*: формування знань з основ ДЗЗ та ГІС; розвиток у вихованців, учнів і слухачів геопросторового й аналітичного мислення; вміння логічно викладати свої думки і картографічно аргументувати їх;
- *практичної*: формування умінь і навичок створення інтерактивних електронних картографічних матеріалів з використанням космічних знімків та інструментів аналітики в дослідницькій діяльності; використання джерел географічної інформації, самостійне здійснення пошуку й аналізу інформації;

- *творчої*: використання сучасних ІТ у навчанні; формування творчих підходів у дослідницькій діяльності і досвіду групової роботи на основі методу проєктів;
- *соціальної*: формування екологічної компетентності; сприяння самореалізації і професійного самовизначення вихованців, учнів і слухачів засобами ГС та ДЗЗ; виховання культури поведінки з технічними засобами навчання та позитивних якостей особистості (працелюбство, наполегливість, просторове мислення).

Зазначена мета допомагає реалізувати навчальну, розвивальну і виховну функції освітнього процесу.

Необхідною умовою для досягнення поставленої мети є реалізація нижченаведених дидактичних принципів навчання.

Науковість. Знання і дані, здобуті на основі дослідницької діяльності, мають бути об'єктивними, науково обґрунтованими. Задля отримання перевірених результатів дослідницької діяльності мають бути застосовані наукові методи.

Системність. Дотримання цього принципу полягає в забезпеченні наступності етапів дослідницької діяльності. Визначення місця результатів свого дослідження в системі сучасної науки.

Доступність. Згідно з цим принципом враховуються особливості індивідуального і вікового розвитку вихованців, учнів і слухачів, що запобігає інтелектуальному, моральному чи фізичному перевантаженню школярів у процесі дослідницької діяльності.

Наочність. Ефективність дослідження вихованців, учнів і слухачів залежить не лише від теоретичного, а й від емпіричного компонента діяльності. Це можуть бути експерименти, формування карт з прогнозування чи кореляції декількох процесів / явищ.

Зв'язок дослідження з життям. Зв'язок дослідження з реальним життям здійснюється через зміст дослідницької діяльності. ГС та ДЗЗ дає змогу працювати лише з просторово прив'язаною інформацією, тобто з тим, що існує, існувало чи може існувати у фізичному світі, а дослідниця – суб'єктивно вибрати тему, яка цікавить вихованця, учня, слухача.

Індивідуальний підхід до вихованців, учнів і слухачів. Дотримання цього принципу визначає необхідність виявлення

індивідуальних дослідницьких можливостей учня. Організація дослідницької діяльності має відбуватися відповідно до індивідуальних можливостей кожного вихованця, учня, слухача.

Відповідно до закону України про «Позашкільну освіту від 22.05.2021 року» (№ 1841-III) навчальна програма відповідає таким напрямкам позашкільної освіти: еколого-натуралістичному, науково-технічному, дослідницько-експериментальному. Контент освітньої програми підготовлено згідно з такими нормативно-правовими документами: закон України «Про освіту» від 23.04.2021 р. (2145-VIII), Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 11 серпня 2004 р. № 651.

Програма призначена для навчання в закладах позашкільної освіти після опанування вихованцями, учнями і слухачами основ інформатики та курсу географії 7-го класу, а також вихованцям, учням і слухачам віком від 12 до 17 років, які починають / продовжують займатись дослідницькою діяльністю. Склад навчальної – 10–15 учнів. Розподіл годин у межах блоків є орієнтовним, викладач може вносити зміни і доповнення до змісту програми, плануючи свою роботу з огляду на інтереси вихованців, учнів і слухачів.

Загальна кількість навантаження становить 324 години (9 годин на тиждень). Програма розрахована на 1 рік навчання на основному рівні.

Окрім того, важливою є підготовка вихованців, учнів і слухачів до участі в конкурсах, проектах, програмах дослідницького спрямування; проведення консультацій для слухачів, кандидатів у члени та дійсних членів Малої академії наук України з дослідницької і проектною роботи.

У програмі застосовуються принципи послідовності, наступності й ускладненості матеріалу. Організація освітнього процесу за цією програмою ґрунтується на компетентнісному, особистісно орієнтованому, діяльнісному підходах, вона здійснюється шляхом застосування технологій, форм і методів, орієнтованих на організацію дослідницької діяльності вихованців, учнів і слухачів.

Основними методами, що застосовуються в освітньому процесі, є дослідницький (як цілісний процес, або деякі його етапи),

дослідний і пошуковий. Застосування методів освіти та їх комбінація залежить від теми і проблеми дослідження. Основним інструментом досліджень є науковий метод як з емпіричної групи (спостереження, порівняння, вимір, експеримент, моніторинг тощо), так і теоретичної (аналіз, синтез, абстрагування, аналогія, ідеалізація, індукція, дедукція, формалізація, класифікація, узагальнення, систематизація, конкретизація, порівняння, моделювання, прогнозування тощо).

Методика організації освітнього процесу з дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем за цією програмою ґрунтується на комплексному підході, який складається з тісної взаємодії словесних, наочних і практичних методів навчання і виховання.

Кожне заняття містить теоретичну і практичну частини. На теоретичних заняттях застосовуються: лекції, бесіди, пояснювально-ілюстративний матеріал, репродуктивний метод, частково-пошуковий, дослідний тощо.

На практичних заняттях застосовуються методи самостійної, індивідуальної і групової роботи з аналізу космічних знімків, створення електронних карт різної тематики, компонування карти як картографічного компонента дослідницьких робіт. Практичні завдання виконують за допомогою персонального комп'ютера, необхідних програмних засобів і доступу до мережі Інтернет. Завданням викладача є створення умов для застосування ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі.

Контроль і оцінювання знань вихованців, учнів і слухачів відбувається під час проведення співбесід, тестування, захисту наукових проектів, написання рефератів і проведення дослідницьких робіт, доповідей, участі в підсумкових тематичних конференціях, конкурсах та олімпіадах.

Підсумком дослідницької роботи вихованців, учнів і слухачів може бути проведення власного дослідження самостійно вибраної теми. Результати досліджень можна оформити відповідно до вимог конкурсів (наприклад, Всеукраїнського конкурсу «Екопогляд», Міжнародного конкурсу Європейського космічного агентства «Climate detective»). За цією програмою можуть проводитися також заняття у групах індивідуального навчання відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та

групової роботи в позашкільних закладах освіти, що затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від 11.04.2004 р. № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 10.12.2008 р. № 1123).

Програма є орієнтовною. Керівник може вносити зміни і доповнення в зміст програми, враховуючи інтереси вихованців, учнів і слухачів, регіональні особливості, стан матеріальної бази закладу. Він має право визначати кількість годин відповідно до рівня підготовки дітей, їх інтереси. Перелік обладнання у програмі подається. Програма може слугувати основою для створення програм спецкурсів і факультативів у циклі природничих дисциплін.

Основний рівень

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоре- тичних	прак- тичних	усього
Вступ	2	-	2
Розділ 1. Дистанційне зондування Землі	10	20	30
1.1. Використання матеріалів ДЗЗ у дослідницьких роботах. Фізичні основи ДЗЗ	2	4	6
1.2. Роль ДЗЗ в актуалізації картографічних матеріалів	2	4	6
1.3. Основи дешифрування та інтерпретації знімків	4	8	12
1.4. Тематичне опрацювання космічних знімків	2	4	6
Розділ 2. Геоінформаційні системи	6	12	18
2.1. Використання геоінформаційних систем у процесі дослідження Землі	2	4	6
2.2. Структура і функції геоінформаційних систем. Основи картографії	4	8	12
Розділ 3. Програмні забезпечення (ГІС) для роботи з даними ДЗЗ	14	28	42
3.1. Огляд професійного програмного забезпечення (QGIS)	4	8	12
3.2. Віртуальний глобус Google Планета Земля	4	8	12

3.3. Відкриті ресурси з опрацювання космічних знімків (EO Browser)	4	8	12
3.4. Ресурси для отримання інформації ДЗЗ	2	4	6
Розділ 4. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах	34	68	102
4.1. Багаторічні кліматичні дані (за даними ресурсу Giovanni)	4	8	12
<i>4.1.1. Аналіз динаміки забруднення атмосфери</i>	2	4	6
<i>4.1.2. Аналіз кореляції цвітіння води в Чорному та Азовському морях і температури водної поверхні</i>	2	4	6
4.2. Індексовані зображення для моніторингу стану рослинності (нормалізований відносний індекс рослинності)	4	8	12
<i>4.2.1. Регіональне оцінювання стану рослинності з використанням індексу NDVI за даними MODIS</i>	2	4	6
<i>4.2.2. Індекс NDVI для оцінювання стану рослинності локального поля за даними Sentinel-2</i>	2	4	6
4.3. Комбінація каналів – виявлення спектральних особливостей об'єктів	6	12	18
<i>4.3.1. Цифрування межі тропічного лісу</i>	2	4	6

4.3.2. <i>Визначення межі між хвойним і листяним лісом</i>	2	4	6
4.3.3. <i>Підкреслення особливостей геологічних структур</i>	2	4	6
4.4. Land cover – супутникові дані про наземний покрив	4	8	12
4.4.1. <i>Порівняння даних наземного покриву і топокарти</i>	2	4	6
4.4.2. <i>Ручне дешифрування – цифрування верхньої межі лісу гірського масиву</i>	2	4	6
4.5. Водний індекс для виявлення динаміки водних і водно-болотних об'єктів	4	8	12
4.5.1. <i>Моніторинг зволоженості боліт внаслідок зміни клімату</i>	2	4	6
4.5.2. <i>Моніторинг наводкової ситуації</i>	2	4	6
4.6. Особливості радіолокаційних зображень	4	8	12
4.6.1. <i>Дешифрування кораблів в акваторії моря</i>	2	4	6
4.6.2. <i>Виявлення нафтового забруднення в акваторії</i>	2	4	6
4.7. Візуалізація знімків на цифровій моделі рельєфу	4	8	12
4.7.1. <i>Тривимірне моделювання гірської поверхні</i>	2	4	6
4.7.2. <i>Аналіз рельєфу в дослідженнях поширення видів рослин</i>	2	4	6

4.8. Регресійний аналіз – виявлення залежності між факторами	4	8	12
4.8.1. Визначення залежності цвітіння води від температури поверхні	2	4	6
4.8.2. Поглиблений регресійний аналіз взаємозв'язку між цвітінням води і температурою	2	4	6
Розділ 5. Основи дослідницької діяльності	37	69	106
5.1. Основні поняття про дослідницьку роботу	6	12	18
5.2. Основні структурні елементи дослідження	16	17	33
5.3. Дослідницька робота: написання й оформлення	15	40	55
Розділ 6. Освітня і презентаційна діяльність	6	17	23
6.1. Освітня діяльність	3	12	15
6.2. Презентаційна діяльність	3	5	8
Підсумок	1	-	1
Разом	110	214	324

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (2 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з курсом і формою проведення занять, технікою безпеки, вимогами МАНУ до написання й презентації робіт, а також критеріями їх оцінювання.

Правила санітарії, гігієни. Організація робочого місця вихованцями, учнями і слухачами. Інструктаж із техніки безпеки під час проведення занять, практичних робіт, екскурсій. Організаційні питання.

Практична частина. Ознайомлення вихованців, учнів і слухачів з основними завданнями курсу. Опрацювання інструктажів з пожежної безпеки й основ правильної організації робочого місця.

Розділ 1. Дистанційне зондування Землі (30 год)

1.1. Використання матеріалів ДЗЗ у дослідницьких роботах. Фізичні основи ДЗЗ (6 год)

Теоретична частина. Наукова робота. Наукова новизна. Актуальність теми наукового дослідження. Картографічне представлення матеріалів ДЗЗ на основі геоінформаційних систем. Основні характеристики космічних знімків. Загальна схема ДЗЗ.

Практична частина. Ознайомлення зі штучними супутниками Землі.

1.2. Роль ДЗЗ в актуалізації картографічних матеріалів (6 год)

Теоретична частина. Історичні передумови розвитку ДЗЗ. Оновлення просторово-прив'язаної інформації за допомогою космічних знімків. Типи штучних супутників Землі.

Практична частина. Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті НАСА: моніторинг показників якості повітря, які впливають на глобальні зміни клімату.

1.3. Основи дешифрування та інтерпретації знімків (12 год)

Теоретична частина. Суть і ознаки дешифрування. Приклади дешифрування окремих елементів. Метод комбінування каналів.

Практична частина. Розпізнавання різних складових ландшафту на космічному знімку. Послідовність процедури дешифрування космічних знімків. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

1.4. Тематичне опрацювання космічних знімків (6 год)

Теоретична частина. Ручне, візуальне дешифрування. Напівавтоматичне дешифрування: розрахунок спектральних індексів і порогова класифікація. Автоматична класифікація (некерована та керована).

Практична частина. Класифікація як спосіб дешифрування космічних знімків. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

Розділ 2. Геоінформаційні системи (18 год)

2.1. Використання геоінформаційних систем у процесі дослідження Землі (6 год)

Теоретична частина. Ніша електронних карт у сучасній географії. Порівняння паперових та електронних карт. Інтерпретація просторово-прив'язаної інформації за допомогою геоінформаційних систем.

Практична частина. Круглий стіл «Роль ГІС та ДЗЗ в науковому дослідженні». Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

2.2. Структура і функції геоінформаційних систем. Основи картографії (12 год)

Теоретична частина. Властивості й елементи географічної карти. Способи картографічного зображення об'єктів і рельєфу на картах. Картографічні проекції. Векторні та растрові дані.

Практична частина. Карта як складова постерного захисту. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

Розділ 3. Програмні забезпечення (ГІС) для роботи з даними ДЗЗ (42 год)

3.1. Огляд професійного програмного забезпечення (QGIS) (12 год)

Теоретична частина. Застосування ІТ у географічній науці. Сучасні ГІС-програми. Інсталяція програмного забезпечення

QGIS на персональні комп'ютери. Ознайомлення з інтерфейсом та інструментами програми QGIS. Огляд та підключення додаткових модулів програми QGIS.

Практична частина. Створення нового проєкту в ГІС-програмі з метою порівняння площі житлових масивів міста Києва за 35 років. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

3.2. Віртуальний глобус Google Планета Земля (12 год)

Теоретична частина. Доступні версії додатка Google Планета Земля для телефону, планшету, комп'ютера. Ознайомлення з інтерфейсом, робота з інструментами навігації у програмі Віртуальний глобус. Доступні тематичні шари і варіанти дослідження Землі, Місяця та зоряної системи в додатку Google Планета Земля. Тематичне дешифрування в програмі Google Планета Земля.

Практична частина. Створення карти намитих піщаних масивів під забудову в заплаві р. Дніпро за останні 15 років. Дослідження обміління Аральського моря. Виявлення сміттєзвалищ (на прикладі Києво-Святошинського району Київської області). Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

3.3. Відкриті ресурси з опрацювання космічних знімків (EO Browser) (12 год)

Теоретична частина. EO Browser – платформа доступних онлайн-знімків середньої та низької просторової розрізненості від Європейського космічного агентства. Ознайомлення з інтерфейсом та інструментами EO Browser.

Практична частина. Ознайомлення з ресурсом EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка Sentinel-2 території міста Києва. Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Чорнобильській зоні). Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

3.4. Ресурси для отримання інформації ДЗЗ (6 год)

Теоретична частина. Доступні портали супутникових даних Американського та Європейського космічних агентств. Copernicus Open Access Hub – вебплатформа доступу до радарних знімків Sentinel-1, оптичних мультиспектральних знімків Sentinel-2, а також даних Sentinel-3.

Практична частина. Завантаження космічних знімків на житловий масив Троещина міста Києва та аналіз вигляду території у 1984 р. і 2019 р. Розшифрування складових назви і змісту архіву космічних знімків. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

Розділ 4. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах (102 год)

4.1. Багаторічні кліматичні дані (за даними ресурсу Giovanni) (12 год)

4.1.1. Аналіз динаміки забруднення атмосфери (6 год)

Теоретична частина. Giovanni – платформа для відображення просторово-прив'язаних даних із супутників NASA. Формати відображення даних Giovanni: анімація, площинна візуалізація, часові ряди, усереднені значення (меридіональні та зональні), вертикальні профілі тощо.

Практична частина. Аналіз динаміки концентрації діоксиду азоту та вуглекислого газу в атмосферному повітрі тропосфери на території України.

4.1.2. Аналіз кореляції цвітіння води у Чорному та Азовському морях і температури водної поверхні (6 год)

Теоретична частина. Платформа супутникового моніторингу NASA – Giovanni. Концентрація хлорофілу і температура у водних об'єктах.

Практична частина. Визначення кореляції між температурою води і концентрацією хлорофілу в Чорному та Азовському морях.

4.2. Індексовані зображення для моніторингу стану рослинності (нормалізований відносний індекс рослинності) (12 год)

4.2.1. Регіональне оцінювання стану рослинності з використанням індексу NDVI за даними MODIS (6 год)

Теоретична частина. Нормалізований відносний індекс рослинності (NDVI) як показник стану рослинного покриву. Регіональне оцінювання стану рослинності за даними MODIS.

Практична частина. Порівняння процесу вегетації на Кримському півострові за червень 2010, 2015 і 2019 рр. з використанням космічних знімків MODIS.

4.2.2. Індекс NDVI для оцінювання стану рослинності локального поля за даними Sentinel-2 (6 год)

Теоретична частина. Ресурси і спектральні канали для визначення нормалізованого відносного індексу рослинності (NDVI). Спектральні криві.

Практична частина. Порівняння за індексом NDVI стану виноградників у господарстві Alma Valley на Кримському півострові за серпень 2017 р. і 2020 р. з використанням космічних знімків Sentinel-2.

4.3. Комбінація каналів – виявлення спектральних особливостей об'єктів (18 год)

4.3.1. Цифрування межі тропічного лісу (6 год)

Теоретична частина. Комбінація каналів – виявлення спектральних особливостей різних типів земної поверхні. Автоматична і ручна класифікація об'єктів на космічному знімку. Виявлення межі між хвойним і листяним лісом за космічними знімками.

Практична частина. Визначення типу лісу, що росте на горі Ліко (Мозамбік), його площі. Оцінювання вартості екосистемних послуг, які він надає регіону.

4.3.2. Визначення межі між хвойним і листяним лісом (6 год)

Теоретична частина. Виявлення межі між хвойним і листяним лісом за космічними знімками. Спектральні особливості різних типів лісової поверхні.

Практична частина. Виконання ручної і автоматичної класифікації, визначення зміни в найпоширеніших породах лісового масиву за 10 років за допомогою знімків Landsat-5 та Sentinel-2 на територію лісового масиву поблизу села Лісовичі (Київська обл.).

4.3.3. Підкреслення особливостей геологічних структур (6 год)

Теоретична частина. Спектральні особливості різних типів гірських порід і поверхні Землі.

Практична частина. Аналіз особливостей геологічних структур на прикладі Саудівської Аравії території Аль-Ула.

4.4. Land cover – супутникові дані про наземний покрив (12 год)

4.4.1. Порівняння даних наземного покриву і топокарти (6 год)

Теоретична частина. Космічні знімки як інструмент для відстеження змін у просторі, аналізу зміни площ різних типів наземного покриву: лісу, річки, берегової лінії, ділянки степу, межі міської забудови чи сільськогосподарських полів. Основні поняття карти наземного покриву і землекористування.

Практична частина. Візуальне порівняння зміни наземного покриву території національного природного парку Тузловські лимани за даними низки космічних знімків.

4.4.2. Ручне дешифрування – цифрування верхньої межі лісу гірського масиву (6 год)

Теоретична частина. Методика й інструменти ручного цифрування. Топографічні карти та їхні умовні позначення.

Практична частина. Визначення змін верхньої межі лісу поблизу гори Піп Іван Мармароський за допомогою топографічних карт початку ХХ ст. та сучасних космічних знімків.

4.5. Водний індекс для виявлення динаміки водних і водно-болотних об'єктів (12 год)

4.5.1. Моніторинг зволоженості боліт внаслідок зміни клімату (6 год)

Теоретична частина. Дослідження гідрологічних об'єктів. Спектральні індекси для виявлення динаміки водних об'єктів. Моніторинг боліт.

Практична частина. Дослідження водного режиму Бондарівського болота навесні 2018 р. і 2020 р.

4.5.2. Моніторинг паводкової ситуації (6 год)

Теоретична частина. Дослідження явища паводку на космічних знімках. Виявлення масштабів паводку і дослідження динаміки розливу річок.

Практична частина. Створення тематичних карт затопленої території в межах Галицького району Івано-Франківської області на основі водного індексу за даними космічного знімка Sentinel-2 влітку 2020 р.

4.6. Особливості радіолокаційних зображень (12 год)

4.6.1. Дешифрування кораблів в акваторії моря (6 год)

Теоретична частина. Дослідження об'єктів на радіолокаційних космічних знімках. Радарні і мультиспектральні знімки.

Практична частина. Визначення різниці між радарними (Sentinel-1) і мультиспектральними (Sentinel-2) знімками.

4.6.2. Виявлення нафтового забруднення в акваторії (6 год)

Теоретична частина. ДЗЗ як засіб моніторингу надзвичайних ситуацій. Моніторинг нафтових розливів у морі.

Практична частина. Відстеження шляхів лайнера «MS Westerdam» та кількість кораблів у порту міста Йокогама (Японія) з 4 лютого 2020 р. (на період карантину судна «Diamond Princess»).

4.7. Візуалізація знімків на цифровій моделі рельєфу (12 год)

4.7.1. Тривимірне моделювання гірської поверхні (6 год)

Теоретична частина. Цифрова модель рельєфу Землі – SRTM. Морфометричний аналіз (крутість, орієнтація схилу). Тривимірне моделювання (3D).

Практична частина. Створення 3D-моделі гори Говерла і частини Чорногірського Хребта з метою визначення крутості туристичного маршруту від спортивної бази «Заросляк».

4.7.2. Аналіз рельєфу в дослідженнях поширення видів рослин (6 год)

Теоретична частина. Ресурси і супутникові дані про рельєф земної поверхні. Бази даних з біорізноманіття.

Практична частина. Дослідження впливу рельєфу на поширення орхідних у Карпатах.

4.8. Регресійний аналіз – виявлення залежності між факторами (12 год)

4.8.1. Визначення залежності цвітіння води від температури поверхні (6 год)

Теоретична частина. Визначення залежності між різними показниками, отриманими за супутниковими даними, про стан земної поверхні за космічними знімками.

Практична частина. Пошук залежності між цвітінням води і температурою поверхні води, пороговими спектральними індексами на прикладі Кам'янського водосховища.

4.8.2. Поглиблений регресійний аналіз взаємозв'язку між цвітінням води і температурою (6 год)

Теоретична частина. Регресійний аналіз. Кореляційні зв'язки.

Практична частина. Розширений аналіз залежності низки показників цвітіння води.

Розділ 5. Основи дослідницької діяльності (106 год)

5.1. Основні поняття про дослідницьку роботу (18 год)

Теоретична частина. Загальна теорія та історія наукового дослідження. Особливості дослідницької діяльності. Мета, завдання дослідницької роботи. Визначення новизни й актуальності наукової проблеми. Вибір теми дослідження. Наукова проблема як початкова ланка дослідження. Постановка запитань як спосіб формулювання теми і визначення завдань дослідження.

Гіпотеза як ідея відповіді на проблему і пошук шляхів розв'язання проблеми. Способи перевірки гіпотези. Науковий метод. Проведення дослідження за допомогою спостереження або експерименту. Основні правила проведення спостереження в географічному дослідженні з використанням космічних знімків.

Бібліотека і мережа Інтернет як бази даних інформації. Види джерел наукової інформації. Правила використання інформації під час дослідження – цитування і посилання.

Структура тексту дослідницької роботи – титульний аркуш, зміст, перелік умовних позначень і скорочень, вступ, основна ча-

стина, висновки, список використаної літератури, додатки (за потреби). Вимоги до оформлення науково-дослідницької роботи.

Постер – як форма представлення результатів дослідницької роботи.

Програми для створення презентації, їх інструменти.

Практична частина. Ознайомлення з тематикою дослідницьких робіт. Вибір напряму і теми дослідження. Формулювання актуальності теми. Визначення об'єкта і предмета дослідження. Складання плану дослідницької роботи. Вибір методів дослідження залежно від поставленої мети. Пошук інформації у різноманітних джерелах для підтвердження або спростування гіпотез і суджень стосовно проблеми дослідження.

5.2. Основні структурні елементи дослідження (33 год)

Теоретична частина. Уточнення і вибір теми дослідницької роботи. Ознайомлення і вибір методів наукової роботи. Ознайомлення з вимогами до написання дослідницьких робіт. Об'єкт, предмет, актуальність, новизна, мета і завдання наукового дослідження. Опрацювання даних: теоретичних, статистичних, картографічних. Опрацювання наукових матеріалів у бібліотеках, архівах, статистичних відділах. Методика написання, вимоги до оформлення дослідницьких робіт, структурування роботи. Вимоги до оформлення презентаційних матеріалів. Використання презентаційних матеріалів під час виступів, захистів наукової роботи.

Формування і використання тематичних та дистанційних аерокосмічних матеріалів у дослідницькій діяльності учнів як візуалізаційного елемента роботи. Ознайомлення із застосуванням методів та інструментів ГІС і ДЗЗ відповідно до теми дослідження. Опрацювання інформаційної бази даних відповідних шарів електронної карти на основі матеріалів дистанційного зондування Землі задля формування трансдисциплінарного картографічного матеріалу.

Складання плану дослідження, на якому ґрунтується робота. Об'єкт, предмет дослідження, методи, необхідні для проведення дослідження. Розроблення концепції дослідження, визначення мети і завдань. Планування процесу дослідження. Вибір методів дослідження. Організація умов експерименту, збирання матеріа-

лу. Опрацювання даних: статистичне, теоретичне, математичне, картографічне. Систематизація матеріалів дослідження: підбиття підсумків, підготовка тексту науково-дослідницької роботи. Оприлюднення результатів дослідження.

Практична частина. Виконання й оформлення дослідницької роботи за індивідуальними планами учнів і завданнями керівника гуртка. Аналіз проблеми за вибраною темою в науковій літературі і практиці. Визначення мети і завдань роботи. Складання плану наукової роботи. Вибір методів дослідження. Опрацювання й систематизація наукової літератури. Підготовка і проведення дослідження. Опис процесу і висновків етапів дослідження.

5.3. Дослідницька робота: написання й оформлення (55 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з основними вимогами до оформлення роботи. Структура тексту дослідницької роботи: титульний аркуш, зміст, перелік умовних позначень і скорочень, вступ, основна частина, висновки, список використаної літератури, додатки (за потреби). Постер, вимоги до оформлення постера, основні структурні елементи представлення досліджень у вигляді постера.

План викладення тексту дослідження. Підготовка чернетки як початковий етап написання дослідницької роботи. Особливості написання вступу і висновків роботи. Специфіка оформлення списку використаних джерел. Додатки: їх зміст, особливості оформлення.

Основні вимоги до написання доповіді. Структура доповіді. Методи викладення матеріалу. Підготовка презентації роботи. Поради доповідачеві. Ораторське мистецтво. Загальні правила ведення дискусії.

Практична частина. Вивчення вимог до оформлення роботи. Написання тексту роботи за планом і чернеткою. Оформлення посилань на наукову літературу. Формування списку використаної літератури. Укладання додатків до наукової роботи. Написання й оформлення дослідницької роботи. Підготовка картографічного матеріалу, доповіді і презентації. Проведення передзахисту дослідницької роботи. Підготовка доповіді і презентації. Підготовка до виступу.

Розділ 6. Освітня і презентаційна діяльність (23 год)

6.1. Освітня діяльність (15 год)

Теоретична частина. Зустрічі з науковцями. Наукові читання, лекторії, екскурсії.

Практична частина. Семінари, тематичні заходи, майстер-класи. Участь у виставках, науково-практичних конференціях, конкурсах, екскурсіях до музеїв і науково-дослідних установ. Підготовка картографічного матеріалу, підготовка презентаційного матеріалу, оформлення презентаційного матеріалу у форматі проєктів.

6.2. Презентаційна діяльність (8 год)

Теоретична частина. Вимоги й основні етапи проведення Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд» та конкурсу Європейського космічного агентства «Climate detective». Основні інструменти екологічних досліджень – космічні знімки.

Практична частина. Підготовка й участь у конкурсах. Захист індивідуальних дослідницьких робіт у форматі проєкту.

Підсумок (1 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків річної роботи секції. Ознайомлення з роботою секції на наступний рік.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці, учні і слухачі мають знати:

- правила техніки безпеки, правила санітарії під час проведення занять, практичних робіт, екскурсій, польових досліджень;
- що таке дистанційне зондування і геоінформаційні системи, в т. ч. основні дефініції дисципліни: «дистанційне зондування Землі», «географічні інформаційні системи», «космічний знімок»;
- структуру і функції дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем;
- сфери застосування дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем у наукових дослідженнях загальною та у дослідженнях в рамках Малої академії наук України зокрема;
- можливості використання компонентів і модулів програм ГІС та ДЗЗ у створенні карт;
- етапи й ознаки інтерпретації земних об'єктів на космічних знімках;
- можливості візуального представлення географічної інформації з космічних апаратів за допомогою електронної карти;
- етапи створення електронних тематичних карт на основі даних ДЗЗ.

Вихованці, учні і слухачі мають вміти:

- дотримуватися правил техніки безпеки, правил санітарії під час проведення занять, практичних робіт, екскурсій, польових досліджень;
- використовувати дані ДЗЗ у дослідницьких роботах;
- здійснювати операції з космічними знімками;
- визначати просторову розрізненість знімків;
- дешифрувати об'єкти на космічних знімках;
- використовувати інструменти аналітики;

- виконувати вимірювання відстаней і площ на космічних знімках;
- створювати електронну карту за допомогою ГІС та ДЗЗ.

Вихованці, учні і слухачі мають набути досвіду:

- використовувати матеріали ДЗЗ у своїх дослідженнях;
- використовувати програмне забезпечення QGIS для аналізу супутникових знімків;
- пошуку інтернет-ресурсів і сервісів для завантаження супутникових знімків;
- аналізувати динаміку забруднення атмосфери;
- формування індексованих зображень для моніторингу стану рослинного покриву різного масштабу;
- комбінування спектральних каналів для виявлення і «підсвічення» особливостей об'єктів та процесів дослідження;
- використовувати дані про надземний покрив для ручного й автоматичного дешифрування;
- моніторити стан водних і водно-болотних об'єктів за супутниковими знімками;
- аналізувати просторові дані за цифровими моделями рельєфу;
- виявляти залежності між процесами (кореляція, регресія тощо) за супутниковими знімками.

ОРИЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ (на прикладі групи з 10-ти вихованців)

Обладнання, прилади, пристосування	Кількість, шт.
Комп'ютер	10
ПЗ QGIS	10
Мультимедійний проектор	1
Інтернет не менше 100 Мбіт/с	

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрейчук Ю. М., Ямелинець Т. С. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. Львів : Про-стір-М, 2015. 284 с.
2. Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі : навч. посіб. Львів : Видав. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 712 с.
3. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий та ін. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с.
4. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : метод. посіб. / С. О. Довгий та ін. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с.
5. Зацерковний В. І., Каревіна Н. П. Аерокосмічні дослідження Землі: історія розвитку : монографія. Київ : ТОВ «Юстон ЛТД», 2014. 302 с.
6. Кохан С. С., Востоков А. Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи : підручник. Київ : Вища школа, 2009. 460 с.
7. Некос А. Н., Щукін Г. Г., Некос В. Ю. Дистанційні методи досліджень в екології : навч. посіб. Харків : ХНУ ім. В. І. Каразіна, 2007. 372 с.
8. Геоінформаційні технології в екології : навч. посіб. / І. В. Пітак та ін. Чернівці, 2012. 273 с.

Навчальне видання

Бабійчук Світлана Миколаївна
Томченко Ольга Володимирівна

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ**

Дослідницько-експериментальний напрям

**Аналіз космічних знімків
у геоінформаційних системах**

Редагування *К. І. Шестакова*
Верстання *О. А. Жупанська*
Дизайн обкладинки *Б. Л. Лісовський*

Формат 60×84/16. Папір офсетний 80 г/м².
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 1,63.
Наклад 300 прим.

Видавництво: Національний центр «Мала академія наук України»
Кловський узвіз, буд. 8, м. Київ, 01021

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 6999 від 04.12.2019.

