

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії та екології
Кафедра географії та екології

**ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ПОТРЕБ
ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ: СУЧАСНІ МЕТОДИ
ТА ПІДХОДИ**

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконала: студентка 05-415 групи

Спеціальності 106 Географія

Освітньо-професійної програми «Географія»

Зінь Аліна Володимирівна

Керівник: к.геогр.н, доцентМолікевич Р.С.

Рецензент: к.б.н, доцентБесчасний С.П.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ В ГЕОГРАФІЇ	5
1.1. Сучасний зміст поняття «просторовий аналіз».....	5
1.2. Просторовий аналіз: історія та перспективи розвитку.....	7
1.3. Загальна характеристика методів просторового аналізу	12
РОЗДІЛ 2. ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ	17
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗМІН В ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННІ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ: МЕТОДИКА ТА ПРАКТИКА	24
3.1. Алгоритм формування бази спектральних знімків для просторового аналізу зміни землекористування в програмному пакеті ArcGISOnline.....	24
ВИСНОВКИ	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36
ДОДАТКИ	
Додаток А.....	40

ВСТУП

Просторовий аналіз дозволяє вирішувати складні локаційні-орієнтовані завдання, знаходити закономірності, оцінювати тенденції і приймати рішення. Просторовий аналіз виходить за межі тільки картографії, дозволяючи вивчати характеристики різних місць розташування та існуючі взаємозв'язки. З його допомогою можна поєднувати інформацію з різних джерел і отримувати якісно нову інформацію, застосовуючи комбінації просторових операцій. Набір інструментів просторового аналізу допомагає знайти відповіді на складні питання, пов'язані з просторовими даними.

Але, досить часто, ми отримуємо проблему з досить обмеженим набором просторових даних про досліджуваний об'єкт, або взагалі їх повну відсутність. Більш простіша проблема коли ми не можемо прослідкувати динаміку розвитку процесу через відсутність показників у динаміці. І, в таких випадках, найбільш зручним виходом є використання матеріалів дистанційного зондування, які можна отримати віддалено для будь-якої території, а також охопити значний часовий проміжок для розгляду динаміки процесу, так як архів дистанційних знімків вже має майже п'ятдесятирічну історію.

Всі вище наведені факти вказують на те що методи дистанційного зондування є незамінним інструментом для просторового аналізу в умовах обмеженості вихідних даних в дослідженні.

Мета роботи: дослідити специфіку та напрямки використання методів дистанційного зондування у просторовому аналізі.

Завдання роботи:

- розглянути концепцію просторового аналізу в географії;
- виділити основні можливості застосування методів дистанційного зондування в просторовому аналізі ;

- побудувати алгоритм просторового аналізу зміни землекористування на основі набору різновікових мультиспектральних знімків дистанційної зйомки у програмному середовищі ArcGISonline.

Об'єкт дослідження: методи дистанційного зондування.

Предмет дослідження: застосування методів дистанційного зондування у задачах просторового аналізу.

Методи дослідження: метод аналізу літературних джерел, методи дистанційного зондування, картографічний, статистичний, порівняльно-географічний.

Робота складається з вступу, 3-х розділів, висновків, списку використаних джерел (загальним обсягом 27 джерел). Загальний обсяг роботи 33 сторінки друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1

ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ В ГЕОГРАФІЇ

1.1. Сучасний зміст поняття «просторовий аналіз»

Протягом всієї історії географії аналіз взаєморозташування об'єктів в просторі був наріжним каменем географічних досліджень. Просторовий аналіз дозволяв виявляти нові географічні закономірності, лежав в основі більшості емпіричних і теоретичних методів географії. Згодом у міру ускладнення географічного інструментарію змінювалися й ускладнювалися методики просторового аналізу, відповідаючи на запити зростаючих об'ємів географічної інформації.

На рубежі ХХ і ХХІ ст. відбувається величезний стрибок в еволюції просторового аналізу, і пов'язаний він, перш за все, зі зміною картографічної парадигми, що сталася в результаті появи і впровадження географічних інформаційних систем (ГІС). Місце парадигми повідомлення, характерної для традиційної «паперової» картографії, займає аналітична парадигма, характерна для ГІС. У «паперової» картографії карта є лише кінцевим продуктом, який повідомляє про просторові відносини через систему умовних знаків, класифікацій і т.д. Такий погляд на картографію обмежений, оскільки досліднику недоступна через карту вихідна, не класифікована інформація. Географ, маючи тільки кінцевий продукт у вигляді паперової карти, не може перегрупувати дані при обставинах, що змінилися або потребах [1]. У ГІС вихідні дані зберігаються на комп'ютерних носіях і відображаються, виходячи з потреб дослідника і з використанням призначених для користувача класифікацій. Таким чином, при інтерактивній роботі з електронними картами на персональному комп'ютері географ з допомогою ГІС може створювати

нову інформацію, яка не присутня в явному вигляді на паперових картах.

По суті, зараз відбувається активна фаза революції методів географічних досліджень.

Американський географ М. Демерс зазначає: «Це чимось нагадує розвиток друкарства, винахід телефону, заміну коня і екіпажа автомобілем ... ГІС змінюють способи роботи з картами, образ нашого мислення про географічну інформацію ... Завдання, рішення яких було неможливо за допомогою звичайних карт, тепер стали банальними» [2 С. 7].

Однак слід зауважити, що до цих пір в нашій країні впровадження ГІС відбувається повільно, а все використання ГІС в дослідженнях часто обмежується простою цифровою картографією без всякого просторового аналізу. Більш того, в середовищі деяких географів навіть побутує думка, що ГІС - це не більше ніж «красиві дорогі іграшки». Такий підхід, звичайно, являє собою оману, тому що ГІС в силу своєї природи орієнтовані, перш за все, на обробку та аналіз величезних об'ємів просторової інформації, а не просто на цифрову картографію. Цю особливість ГІС-технологій зазначає А.Г. Ісаченко: «При збереженні традиційних способів збору, обробки, систематизації, зберігання та передачі вихідної інформації створилися б нездоланні труднощі для подальшого прогресу дослідницької діяльності. Справжня революція в методиці географічних досліджень пов'язана з розвитком електронних технологій та геоінформатики ...» [3, С. 110].

Використання ГІС піднімає на новий щабель просторовий аналіз, збагачуючи його безліччю нових функцій і можливостей, збільшуючи точність і достовірність вимірювань. Багато рутинних операцій, на виконання яких по паперовим картам були потрібні години і навіть дні, в ГІС розраховуються протягом часток секунди. Деякі операції складного просторового аналізу в ГІС (одночасний аналіз кількох карт,

об'єднання, віднімання, вирізання об'єктів однієї карти з об'єктів інших карт, зональна геостатистики на основі цифрової моделі рельєфу, «алгебра» растрових карт і т.п.) взагалі неможливі із застосуванням традиційних методів «паперової» картографії [4].

Сучасний просторовий аналіз в ГІС - група функцій, що забезпечують аналіз розміщення, зв'язків і інших просторових відносин просторових об'єктів, включаючи аналіз зон видимості / невидимості, аналіз сусідства, аналіз мереж, створення і обробку цифрових моделей рельєфу, аналіз об'єктів в межах буферних зон і ін. [5].

1.2. Просторовий аналіз: історія і перспективи розвитку

На даний момент просторовий аналіз є актуальним науковим напрямком і має велике значення для соціального і економічного розвитку регіонів, а також зарубіжних країн.

Сучасні методи просторового аналізу зазвичай реалізуються в геоінформаційних системах (ГІС) і застосовуються для вирішення наукових і прикладних задач в геології, природокористуванні, землевпорядкуванні, муніципальному управлінні, економіці, демографії, охороні здоров'я, екології, гідрології та інших сферах.

У даному розділі описані найбільш важливі події в історії просторового аналізу, а також розглянуті перспективи та основні напрямки його розвитку.

Просторовий аналіз являє собою безліч процедур, метою яких є отримання з просторових даних додаткової інформації, яка може використовуватися для вирішення різних проблем.

Історію просторового аналізу можна умовно розділити на два етапи: класичний і сучасний. Класичний етап розвитку припадає на ХІХ - початок ХХ в. і характеризується поліпшенням точності і деталізації карт, появою першого способу дистанційного зондування

Землі (ДЗЗ) - аерофотозйомки з повітряних куль, дирижаблів і перших літаків, застосуванням статистичних методів при вивченні просторових об'єктів. Сучасний етап припадає на другу половину ХХ - початок ХХІ ст. - інформаційну еру, яку принесла цифрова революція. Він характеризується розвитком обчислювальної техніки, появою цифрових карт, появою геоінформатики та ГІС, використанням космічних апаратів для ДЗЗ, появою супутникових систем навігації. На цьому етапі з'являються і розвиваються нові міждисциплінарні наукові напрямки, наприклад: геостатистики, геоєкологія, ландшафтна екологія (landscape ecology), ландшафтна епідеміологія (landscape epidemiology) і так далі [6].

Появі просторового аналізу сприяв розвиток географії і картографії, поява перших топографічних карт, поява і розвиток тематичних карт, розвиток економічної географії, розвиток математики і статистики.

У 1826 році французький вчений П'єр-Шарль-Франсуа Дюпен опублікував одну з перших хороплет-карт (картограм), яка показувала розподіл грамотності у Франції. Незабаром з'явилися і інші хороплет-карти, в яких демонструвалася інтенсивність показників різної тематики. Наприклад, в 1829 році Андре-Мішель Геррі склав карти, що показують статистику злочинів проти людей і майна, і співвідніс їх з рівнем шкільного навчання в департаментах Франції.

Іншим піонером просторового аналізу був британський лікар Джон Сноу. У 1854 році на лондонській вулиці Брод-стріт прокотилася хвиля заражень холерою. Джон Сноу пов'язав епідемію із забрудненою водою, яка потрапила в систему водопостачання. Він склав карту Лондона, на якій точками були відзначені випадки смерті від холери, а хрестами - джерела води (колонки водопостачання). Щоб проілюструвати залежність випадків зараження холерою від якості джерел води, Джон Сноу використовував статистичні дані. Це був один

з перших прикладів аналізу, в якому просторові взаємозв'язки даних мали істотний вплив на розуміння і вирішення реальної проблеми.

У 1874 році французький інженер Луї-ЛежеВотье склав карту щільності населення Парижа - одну з перших тематичних карт з ізолініями [7]. Подібні тематичні карти часто використовуються і в наші дні.

Протягом класичного етапу в різних сферах діяльності людини постійно з'являлися нові й удосконалювалися існуючі види спеціалізованих карт, наприклад: економічні, геологічні, сільськогосподарські, історичні, метеорологічні (синоптичні) та інші.

Таким чином, до середини ХХ століття з'явилася велика кількість видів тематичних карт, були збільшені їх точність і масштаб, а для аналізу просторових об'єктів і явищ стали широко застосовуватися різні статистичні методи [8].

Поява інформатики та обчислювальної техніки в другій половині ХХ століття привело до справжньої революції в області просторового аналізу. Розвиток просторового аналізу на сучасному етапі нерозривно пов'язане з появою геоінформаційних систем. Традиційний принцип організації ГІС має в своїй основі чотири компоненти: введення, вивід, збереження та аналіз. Згідно роботі [9], перші три компонента існують для підтримки останнього, який розглядається як основне призначення системи.

На початку 1960-х років британський географ Роджер Томлінсон керував розробкою географічної інформаційної системи Канади (CGIS) - першої в історії геоінформаційної системи. Вона була необхідна для аналізу національних земельних запасів Канади. У CGIS були закладені багато аспектів ГІС і сучасного просторового аналізу, а Роджера Томлінсона назвали «батьком» ГІС [10].

На розвиток просторового аналізу вплинуло також поява на початку 1960-х років геостатистики. Це призвело до використання методів просторової інтерполяції при аналізі.

У 1964 році Говард Фішер заснував Гарвардської лабораторію комп'ютерної графіки та просторового аналізу - важливий дослідний центр, в якому розроблялися теоретичні концепції просторового аналізу, а також створювалося передове програмне забезпечення для обробки картографічних даних (SYMAP, ODYSSEY).

У 1969 році Джек і Лора Денджермонд заснували приватну компанію для розробки геоінформаційних систем, яку назвали ESRI (Environmental Systems Research Institute). Вона випустила свою першу комерційну ГІС для міні-ЕОМ, названу ARC / INFO, в 1982 році. У 1991 році ESRI випустила ArcView, а в 1999 році замінила її своїм новим продуктом - ArcGIS. Компанія ESRI також розробила популярні формати шейп-файлу і world-файлу. В даний час ESRI залишається однією з лідируючих компаній, що випускають ГІС.

У 1979 році була розроблена одна з перших ГІС з відкритим вихідним кодом - MOSS (Map Overlay and Statistical System). В її основі лежало векторне подання даних. Точки, лінії і багатокутники в MOSS зберігалися в одному файлі [11].

У 1985 році була розроблена геоінформаційна система GRASS 1.0 (Geographic Resources Analysis Support System). В її розробці, яка почалася в 1982 році, брали участь дослідні лабораторії інженерних військ США, а також різні приватні компанії та університети. ГІС GRASS постійно оновлюється і вдосконалюється протягом тридцяти років після випуску першої версії. В даний час актуальною є її сьома версія. Геоінформаційна система GRASS підтримує растрову і векторну моделі представлення даних, а також має різні модулі для просторового аналізу і моделювання [12].

У 1986 році була заснована приватна компанія MapInfo. В тому ж році вона випустила свою першу ГІС для настільних комп'ютерів - MIDAS. В даний час компанія випускає систему MapInfo Professional і займає важливе положення на ринку ГІС.

У 1987 році Майкл Гудчайлд в своїй роботі описав шість базових класів просторового аналізу в ГІС, заснованих на операціях над атрибутами різних видів об'єктів.

На початку ХХІ століття була випущена популярна геоінформаційна система з відкритим вихідним кодом - QGIS. QGIS є потужною системою з великою кількістю модулів для обробки і аналізу просторових даних.

У першому десятилітті ХХІ століття були розроблені сучасні картографічні системи, орієнтовані на Веб 2.0. найпопулярнішими з них є OpenStreetMap і GoogleMaps. Розвиток геоінформаційних систем привело до широкого використання просторової інформації та результатів її аналізу в різних сферах людської діяльності [13].

Просторовий аналіз в ГІС дозволяє визначати просторові взаємозв'язки, шукати різні закономірності на основі кількісних показників об'єктів, досліджувати зміни характеристик об'єктів протягом часу, створювати різноманітні карти щільності, виконувати пошук різних об'єктів і пояснювати причини їх розташування, планувати оптимальні маршрути і так далі [14].

В цілому можна говорити про перспективність просторового аналізу. У звіті Експертної комісії ООН з глобального управління геопросторовою інформацією [15], присвяченому розвитку геопросторовим даним, були висунуті припущення про перспективи цього напрямку в найближчому майбутньому. Експерти припустили, що збільшиться динаміка збору і поширення просторових даних. На думку експертів, просторова інформація - дуже важливий елемент ефективного прийняття рішень. Вона сприятиме вдосконаленню процесу управління і

планування в житті суспільства, що має привести до економічного зростання.

Створення систем підтримки прийняття рішень на основі ГІС та просторового аналізу повинно привести до підвищення ефективності управління в різних областях, наприклад: територіальне планування, демографії, екології, епідеміології, економіці, логістиці, сільському господарстві, геології та інших сферах застосування.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що перехід від статичних(паперових) карт до динамічним (цифровим) картам привів до можливості виконання більш складного аналізу, що враховує різні взаємозв'язку і характеристики просторових об'єктів.

1.3. Загальна характеристика методів просторового аналізу

Методи просторового аналізу включають виконання поліпараметричних класифікацій, побудову фізичних і абстрактних поверхонь (в тому числі геостатистичних), інтерполяції та екстраполяції даних, створення фізичних та експериментальних моделей процесів, моделей підтримки прийняття рішень і прогнозу.

Серед методів просторового аналізу виділяють [16]:

1. *Класифікація об'єктів шляхом групування значень їх ознаки для об'єднання в класи близьких величин або виявлення закономірностей в даних.* У цьому способі межі класів визначають по характерних точках статистичного ряду їх розподілу, яку представляють гістограмою - графіком, що відображає частоту повторюваності значень атрибута. Застосовують при автоматизації виділення інтервалів шкал географічних даних, при статистичному аналізі їх структури, при створенні тематичних шарів баз даних і карт, виборі графічного прийому відображення даних на карті - кольорових шкал, символів або діаграм.

2. *Класифікація на основі методів багатомірного статистичного аналізу.* Даний вид аналізу напрямлений на вирішення головного завдання будь-якого дослідження і наукового аналізу - виявлення взаємозв'язків сукупності різних вихідних ознак, що відображають структуру географічних комплексів, і сприяють формуванню головних інтегральних характеристик (факторів, компонент) на основі лінійних комбінацій цих ознак, дозволяють описати головні тенденції досліджуваних комплексів меншим числом ознак з мінімальними втратами інформації.

Дослідження взаємозв'язків об'єктів з використанням операцій оверлейних шарів, вибору об'єктів по просторовим критеріям і побудови атрибутивних запитів. Просторові запити часто виконуються в поєднанні з побудовою буферних зон, наприклад для зонування території за ступенем небезпеки, або рішення проблем оцінки територій.

3. *Позиціонування та оптимального розміщення* - найбільш поширені завдання просторового та ГІС аналізу при виконанні територіальних досліджень, для сумісного аналізу географічних чинників і вивчення їх просторових відносин. Ефективний спосіб знаходження оптимального розташування - створення додаткових шарів «придатності» або їх результуючої комбінації з використанням ГІС-технології оверлею. Користувач інтерактивно управляє процесом створення додаткових шарів, задаючи умови придатності.

Аналіз мереж, який став затребуваним особливо останнім часом у зв'язку зі створенням численних муніципальних ГІС та застосуванням навігаційних систем. Він дозволяє вирішувати різні завдання на просторових мережах зв'язкових лінійних об'єктів: дороги, мережі вулиць, річки, трубопроводи, мережі водопроводів, електричних і телефонних кабелів і ін. Мережа складається з ліній, які можуть перетинатися з іншими в точці, яка називається «вузол».

Серед методів і технологій моделювання в просторовому аналізі виділяють три основні напрями: моделювання структури геосистем, моделювання взаємозв'язків і моделювання динаміки, моделювання для забезпечення прийняття рішень.

4. *Моделювання структури геосистем* базується на комплексному вивченні географічних об'єктів і полягає в територіальній диференціації на основі встановлення однорідності властивостей виділених районів. Проблема ускладнюється тим, що ці однорідні властивості визначаються багатьма факторами, частина з яких має кореляційні зв'язки. Основні методи такого моделювання – полі параметричні класифікації зі створенням наборів інтегральних характеристик. Для дослідження закономірностей територіальних структур, особливо що володіють властивістю суцільного поширення, використовують методи побудови і аналізу концептуальних моделей реальності - географічних полів або поверхонь. Ці методи широко застосовуються при дослідженні рельєфу земної поверхні і в гідрологічних дослідженнях (водотоків, водозбірних басейнів і т.п.). При побудові просторових моделей використовують різні способи подання інформації про природні об'єкти і процеси (фізичні поверхні) і розрахункової, в тому числі, соціально-економічної, статистичної інформації (абстрактні поверхні). І в тому і в іншому випадках використовуються методи просторової інтерполяції. В основі алгоритмів інтерполяції лежить критерій найкращого наближення кожної точки побудованої поверхні до реальної, що залежить від уявлення явища в точках вимірювань і від їх розподілу. Залежно від положення вихідних точок виділяють три типи їх організації: 1) регулярне розташування на прямокутних сітках; 2) напіврегулярне розміщення точок по структурним лініям, профілям, ізолініям; 3) нерегулярне розташування по центрам площ, характерних точках, випадковим сіток [17].

Використовуються чотири основні класи методів моделювання поверхонь в просторовому аналізі, що відрізняються різними математичними підходами:

1) Методи зворотних зважених відстаней, засновані на припущенні, що кожна вимірювана точка має вплив, який зменшується з відстанню.

2) Методи сплайнів, які виходять із умови мінімальної кривизни поверхні, проведеної через вихідні точки.

3) Методи крігінга, в основі яких лежить припущення, що відстань і напрямок змін між точками вказує на просторову кореляцію, що допомагає опису поверхні.

4) Методи виявлення тренда, що базуються на обчисленні поліноміальної математичної функції для всіх вихідних точок методом найменших квадратів, тим самим мінімізується відхилення від вихідних точок.

Велика частина інших прийомів представляє різні модифікації цих методів, які використовують математичні, або напівемпіричні прийоми для їх удосконалення та поліпшення комп'ютерної реалізації.

Найбільш затребувані цифрові моделі рельєфу земної поверхні, зображувані або способом пошаровим забарвлення, або у вигляді тривимірних (3D) зображень.

Моделювання взаємозв'язків призначене для відображення причинно-наслідкових і просторових зв'язків досліджуваних явищ, визначення їх найважливіших чинників, і далі - для передбачення розвитку ситуацій і прийняття рішень. Основні способи моделювання взаємозв'язків - створення шарів відносин чинників з використанням просторових і атрибутивних запитів і логічних процедур накладення.

Моделювання динаміки географічних явищ, розвитку геосистем в часі полягає в послідовному поданні їх станів у часі і визначенні

відмінностей між ними. Моделі змін створюють на основі різночасових карт, аеро- і космічних знімків [18].

5. Моделювання для забезпечення підтримки прийняття рішень.

Можливості ГІС для інтеграції інформації, отриманої з різних джерел, в просторовому контексті робить їх придатними в якості засобів підтримки процедур прийняття рішень, побудови моделі прийняття рішень, які повинні формуватися з урахуванням безлічі факторів. Такі моделі використовують географічно прив'язану інформацію, виміряну по цій множині, для визначення місць розташування, розміщень, шляхів і просторових взаємодій, що є оптимальними, або в певному сенсі кращими. Для реалізації цих моделей може знадобитися наявність в ГІС підсистем підтримки прийняття рішень. Вони повинні допомагати людині сформулювати проблеми, створити відповідні моделі і оцінити результати, які ці моделі можуть передбачати. Реалізації функцій прийняття рішення в ГІС служать спеціальні експертні підсистеми, що поєднують можливості комп'ютера зі знаннями і досвідом експерта. Однією з їх характеристик є здатність пояснювати хід міркувань у зрозумілій для запитувача формі. Вона заснована на наборі формальних вирішальних правил, званих програмуванням. У кожне з таких вирішальних правил закладено знання конкретної ситуації, тобто модель поведінки людини в цій ситуації, що і дозволяє відносити експертні системи до систем штучного інтелекту.

Цінність географічної інформації в системах підтримки прийняття рішень особливо зростає з включенням в ГІС програмних засобів, що базуються на технологіях і методах штучного інтелекту - розділу інформатики, пов'язаного з моделюванням розумової діяльності людини за допомогою комп'ютера (нейромережі) [19].

РОЗДІЛ II

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ

Дистанційне зондування можна визначити як метод вимірювання властивостей об'єктів на земній поверхні, в якому використовуються дані, отримані за допомогою повітряних літальних апаратів і штучних супутників Землі. З цього визначення видно, що суть методу полягає в тому, щоб замість проведення вимірювань за місцем розташування об'єкта спробувати виміряти його характеристики на відстані. Оскільки безпосередній контакт з об'єктом в цьому випадку неможливий, нам залишається покладатися тільки на ту інформацію, яка міститься в сигналі, наприклад в оптичному, акустичному або мікрохвильовому.

Хоча дані дистанційного зондування можуть відповідати і окремим точкам на поверхні Землі, і деяким лінійним профілям, найбільше нас цікавлять вимірювання на двовимірній просторовій сітці, представлені у вигляді знімків. Апаратура ДЗЗ, особливо та, яка встановлюється на ШСЗ, дозволяє проводити періодичну зйомку земної поверхні і таким чином спостерігати за змінами навколишнього середовища і впливу на неї людини. Перерахуємо деякі області застосування методів ДЗЗ [20,21]:

- моніторинг та оцінка стану навколишнього середовища (аналіз розвитку міської інфраструктури, контроль за небезпечними відходами виробництва);
- спостереження за глобальними змінами (виснаження озонового шару атмосфери, збезлісення, глобальне потепління);
- сільське господарство (аналіз стану сільськогосподарських культур, прогноз врожаю, дослідження ерозії ґрунтів);
- видобуток корисних копалин (мінерали, нафта, природний газ);

- спостереження за поновлюваними природними ресурсами (заболочені території, ґрунту, лісу, океани);
- метеорологія (дослідження динаміки атмосфери, прогноз погоди);
- картографія (топографія, землекористування, цивільне будівництво);
- військова область: розвідка і рекогносцировка (стратегічні завдання, тактичний аналіз);
- засоби масової інформації (ілюстративний матеріал, аналіз).

Для задоволення потреб різних категорій фахівців було розроблено безліч систем ДЗ, за допомогою яких вивчають просторові, спектральні і часові параметри найрізноманітніших об'єктів. Кожна з цих систем орієнтована на певне коло завдань і має свої особливості. Так, наприклад, в метеорології використовується часта зйомка території з відносно низьким просторовим розширенням. У картографії, навпаки, основною вимогою є максимальне просторове розширення, а періодичність зйомки може бути відносно низькою. У ряді завдань, наприклад у військовій розвідці, виникає необхідність забезпечити не тільки високу просторову роздільну здатність і високу повторюваність знімків, але і дуже швидку передачу даних наземним службам. Правильно відкалібровані дані ДЗЗ можна використовувати також для перевірки глобальних кліматичних моделей, призначених для моделювання та прогнозу розвитку природного середовища. Цікаво, що в цьому випадку висока роздільна здатність є небажаним через обчислювальні обмеження, а найбільш важливими вимогами стають точність і постійність калібровки датчиків в часі і просторі [22].

Сучасний етап дистанційного зондування Землі почався з запуску штучного супутника Landsat з установленою на його борту скануючою апаратурою MSS. У 1972 році з цього супутника були отримані перші оглядові знімки високої роздільної здатності. Апаратура MSS

дозволяла вести зйомку в декількох спектральних діапазонах (інтервалах електромагнітного спектра шириною близько 100 м) з відносно високим для свого часу дозволом (80 метрів), великою площею зйомки (185 на 185 км) і періодом повторення 18 днів. Значним досягненням було також те, що знімки з супутника передавалися на Землю відразу в цифровому форматі. Основні методи обробки багатоспектральних знімків були розроблені на початку 70-х років XX століття такими організаціями, як Національна асоціація з аеронавтики і дослідженню космічного простору (НАСА), Лабораторія реактивних двигунів (JetPropulsionLaboratory, JPL), Геологічна служба США (USGS), Науково-дослідний інститут дослідження навколишнього середовища штату Мічиган (ERIM) і Лабораторія прикладних методів дистанційного зондування Університету Пурдю (LaboratoryforApplicationsofRemoteSensing, LARS) [23].

Особливості використання космічних знімків є їхня калібровка по спектральним групам, завдяки яким можна простежувати просторові закономірності тих чи інших складових географічної оболонки. Так, в табл. 3.1. відображено типові спектральні діапазони знімків та сфера їх застосування для знімальної системи MODIS, але аналогічний принцип діє і для системи Landsat [24].

Також, в таблиці 3.2. указано основні спектральні проміжки із найпоширенішим аббревіатурним позначенням. У третьому розділі ми будемо використовувати як раз ближній інфрачервоний спектр (NIR) для аналізу зміни структури землекористування в межах Херсонської області.

Таблица 3.1

Основні геофізичні параметри, вимірювані в різних спектральних каналах знімальному системи EOS MODIS та сфери їх застосування [25]

Геофизические наблюдения		Канал	Спектральный диапазон	Интервал дискретизации, м
Общие	Специальные			
Граница между земной поверхностью и облаками	Хлорофилл растений	1	620—670 нм	250
	Облачность и растительность	2	841—876 нм	
Свойства земной поверхности и облаков	Различие в почвах и растительности	3	459—479 нм	500
	Зеленая растительность	4	545—565 нм	
	Свойства листового полога	5	1230—1250 нм	
	Различия снежного покрова (облачности)	6	1628—1652 нм	
	Параметры земного покрова и облачности	7	2105—2155 нм	
Цвет океана	Наблюдение за хлорофиллом	8	405—420 нм	1000
	Наблюдение за хлорофиллом	9	438—448 нм	
	Наблюдение за хлорофиллом	10	483—493 нм	
	Наблюдение за хлорофиллом	11	526—536 нм	
	Осадки	12	546—556 нм	
	Осадки, атмосфера	13	662—672 нм	
	Флюоресценция хлорофилла	14	673—683 нм	
	Свойства аэрозолей	15	743—753 нм	
	Свойства аэрозолей и параметры атмосферы	16	862—877 нм	
Атмосфера и облака	Параметры облачности и атмосферы	17	890—920 нм	
	Параметры облачности и атмосферы	18	931—941 нм	
	Параметры облачности и атмосферы	19	915—965 нм	
Тепловые свойства	Температура морской поверхности	20	3,66—3,84 мкм	
	Лесные пожары, вулканы	21	3,929—3,989 мкм	
	Температура облаков и поверхности Земли	22	3,929—3,989 мкм	
	Температура облаков и поверхности Земли	23	4,02—4,08 мкм	

Таблица 3.1. (продовження)

Геофизические наблюдения		Канал	Спектральный диапазон	Интервал дискретизации, м
Общие	Специальные			
Тепловые свойства	Температура в тропосфере, состав облаков	24	4,433—4,498 мкм	1000
	Температура в тропосфере, состав облаков	25	4,482—4,549 мкм	
Атмосфера и облака	Перистые облака	26	1,36—1,39 мкм	
	Влажность в средней части тропосферы	27	6,535—6,895 мкм	
	Влажность в верхней части тропосферы	28	7,175—7,475 мкм	
	Температура поверхности Земли	29	8,4—8,7 мкм	
Тепловые свойства	Анализ общего содержания озона	30	9,58—9,88 мкм	
	Температура облаков и поверхности Земли	31	10,78—11,28 мкм	
	Температура облаков и поверхности Земли	32	11,77—12,27 мкм	
	Высота и состав облаков	33	13,185—13,485 мкм	
	Высота и состав облаков	34	13,485—13,785 мкм	
	Высота и состав облаков	35	13,785—14,085 мкм	
	Высота и состав облаков	36	14,085—14,385 мкм	

Таблица . 3.2.

Основні спектральні діапазони, які використовуються у ДЗЗ [25]

Название	Диапазон длин волн	Источник излучения	Анализируемый параметр поверхности
Видимый (V)	0,4—0,7 мкм	Солнце	Отражательная способность
Ближний инфракрасный (NIR)	0,7—1,1 мкм	Солнце	Отражательная способность
Коротковолновой инфракрасный (SWIR)	1,1—1,35 мкм 1,4—1,8 мкм 2,0—2,5 мкм	Солнце	Отражательная способность
Средневолновой инфракрасный (MWIR)	3—4 мкм 4,5—5 мкм	Солнце, источники тепла	Отражательная способность, температура
Тепловой (длинноволновой) инфракрасный канал (TIR или LWIR)	8—9,5 мкм 10—14 мкм	Источники тепла	Температура
Микроволновой канал, радар	от 1 мм до 1 мт	Тепловой (пассивная система), искусственный (активная система)	Температура (пассивная система), рельеф (активная система)

Існує два підходи до інтерпретації даних дистанційного зондування. Перший з них (традиційний) можна назвати просторовим, оскільки в ньому основним завданням є вивчення просторових взаємозв'язків між різними об'єктами земної поверхні і нанесення їх на карту. У минулому для аналізу аерофотознімків застосовувалися методи дешифрування, вимагаючи великих знань і величезного досвіду фахівця, який повинен був визначити місце розташування різних об'єктів в залежності від поставленого завдання. Наприклад, для дослідження навколишнього середовища на карту необхідно нанести річки, геологічні структури та види рослинності, а для військових потреб - розташування аеродромів, транспортних колон і ракетних шахт. В основному робота полягала у вивченні знімків, іноді за допомогою збільшуваних приладів або пристроїв аналізу стереопар, визначенні координат і атрибутів об'єктів і нанесенні їх на географічну карту. Для визначення висот об'єктів і ізогипс використовувалися стереопари і різні пристрої їх аналізу (наприклад, стереоплоттери). Приклади дешифрування фотознімків можна знайти в численних підручниках з дистанційного зондування [26].

Потреба в даних дистанційного зондування виникає насамперед при дослідженні глобальних змін навколишнього середовища і при довгостроковому моніторингу впливають на неї природних і антропогенних чинників [27]. При цьому обидва підходи - просторовий і функціональний - природним чином доповнюють один одного. Так, наприклад, при моніторингу глобальних змін нам важливо не тільки отримати дані про об'єктах в спектральній і тимчасовій області, а й зрозуміти, як ці дані розподілені в просторі. В цьому відношенні особливо важливо виконати просторову і радіометричну калібрування даних, так щоб вони були узгоджені між собою в часі і не залежали від індивідуальних особливостей датчиків. Зокрема, аналіз даних, отриманих в різний час різними знімальними системами, істотно

спрощується після геоприв'язки цих даних до нерухомої відносно Землі координатної сітки (геодезичні координати). В цьому випадку можна застосувати спеціальні алгоритми і «звернути» вихідні дані, розрахувавши по ним певні геофізичні параметри.

РОЗДІЛ ІІІ

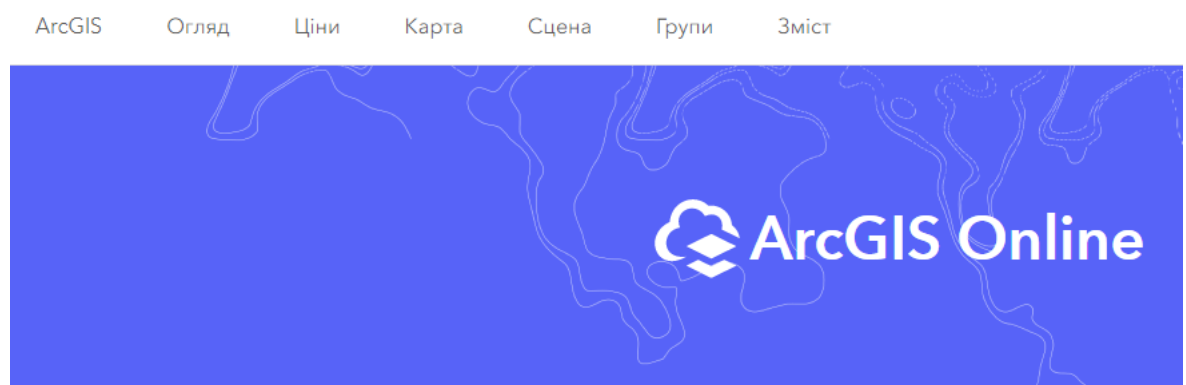
ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЗМІН В ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННІ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ: МЕТОДИКА ТА ПРАКТИКА

3.1. Алгоритм формування бази спектральних знімків для просторового аналізу зміни землекористування в програмному пакеті ArcGISOnline

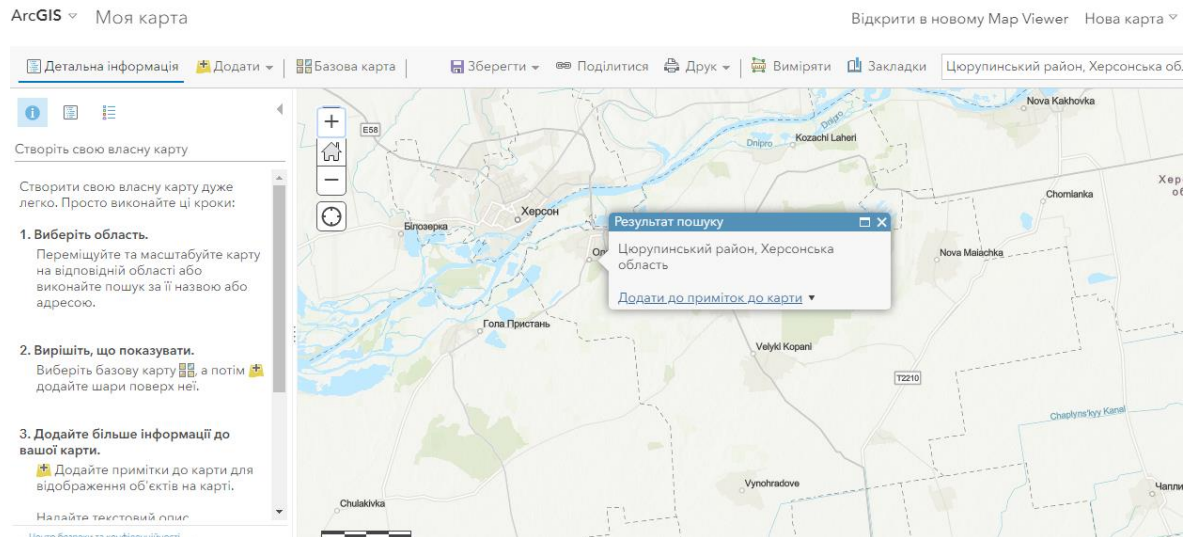
Спочатку ми виконаємо пошук області інтересу і додамо знімки Landsat з ArcGISLivingAtlasoftheWorld. Супутники НАСА Landsat фотографували планету протягом майже 50 років. У міру вдосконалення технології отримання супутникових зображень, були зібрані високоякісні дані різних типів. Цей величезний архів знімків був стиснутий в один шар даних, який можна переглядати в ArcGISOnline.

Для виконання даного виду аналізу спочатку необхідно увійти в обліковий запис ArcGISOnline (<https://www.arcgis.com/home/index.html>) і обрати в меню пункт «Карта»:

1.



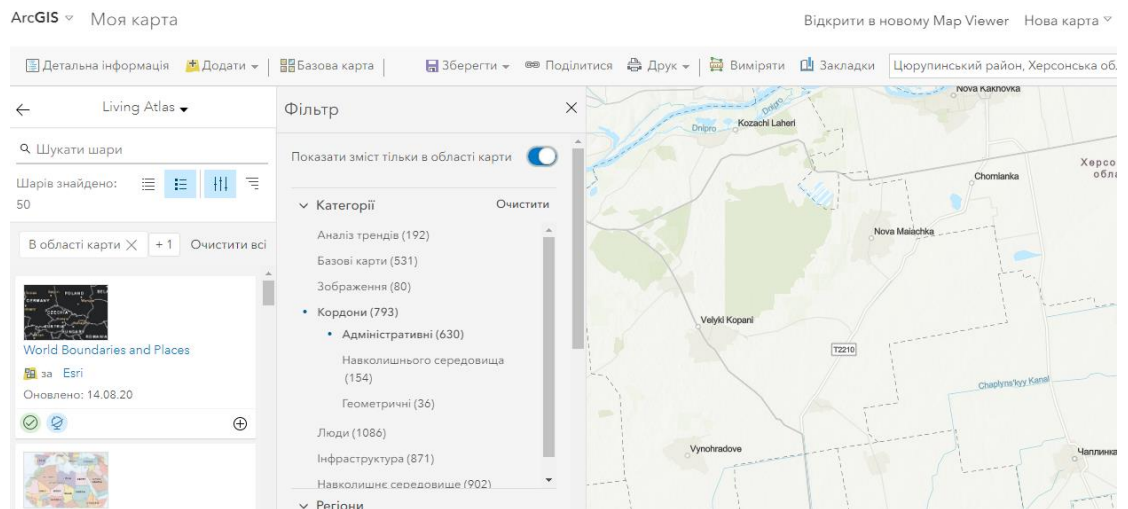
2. Далі виконуємо пошук досліджуваної області або шляхом пошуку «за адресою», або вибираємо необхідну нам ділянку на карті. Наприклад ведемо пошук Цюрупинського району Херсонської області:



3. Далі виконуємо додавання адміністративних кордонів і даних Landsat

Кожна карта починається з базової карти, що дає географічний контекст наших даних, які треба показати на мапі. Так як ми додаємо супутникові знімки на карту, базова карта і адміністративні кордони не будуть видні. Ми додаємо шар адміністративних кордонів таким чином, щоб межі Цюрупинського району відображався разом зі знімками. Обидва шари знаходяться в LivingAtlas. LivingAtlas є найбільш видатною колекцією авторитетної, готової до використання глобальної географічної інформації з коли-небудь зібраних колекцій. Доступ до тематичного і публічно відкритого змісту LivingAtlas можна отримати за допомогою інструментів карти ArcGISOnline. Тепер треба додати на карту дані LivingAtlas.

У лівому верхньому кутку карти нажимаємо «Додати» та вибираємо «Додати шари з LivingAtlas». Відкриється панель LivingAtlas. Вона показує список всіх шарів LivingAtlas. Можна відфільтрувати цей список за певними категоріями, щоб потрібний шар було легше знайти. Далі натискаємо кнопку «Фільтр» та вибираємо в меню «Тільки в області карти». Вибираємо шар «WorldBoundariesandPlaces».

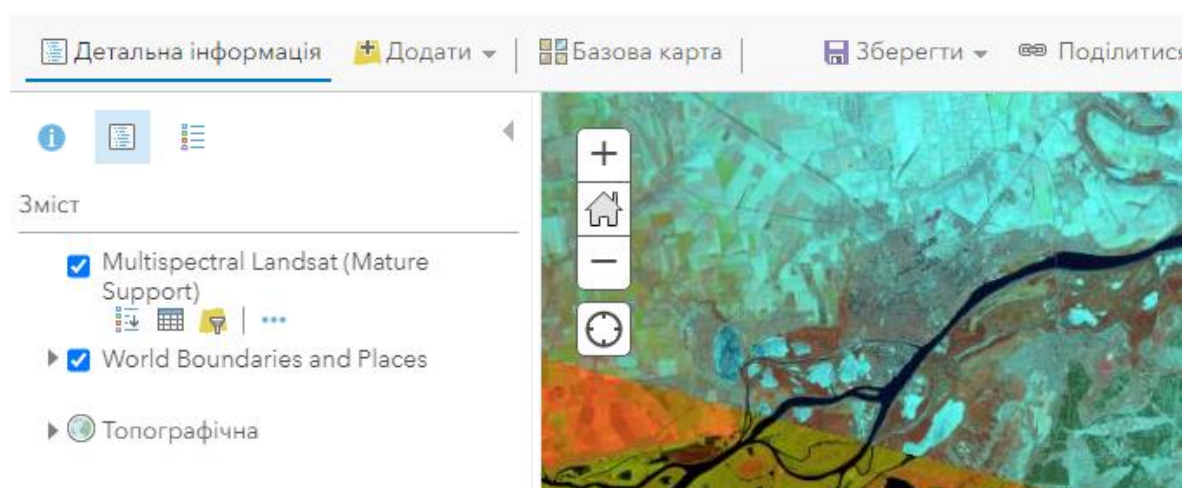


Далі нам необхідно додати шар знімків Landsat. Для цього:

- на панелі «Фільтр» нажміть «Очистити», щоб видалити фільтр «Кордони».
- щоб закрити панель «Фільтр», клацніть кнопку «X» в правому верхньому куті панелі.
- в панелі LivingAtlas для Пошук шарів введіть Multispectral і натисніть Enter.
- у результатах пошуку буде знаходитися шар «MultispectralLandsat», додайте шар MultispectralLandsat на карту.

-На панелі «Зміст» затримуємо курсор на шарі MultispectralLandsat і нажимаємо «Фільтр» і вилучаємо фільтр який обмежує масштаб відображення знімку.

ArcGIS ▾ Моя карта



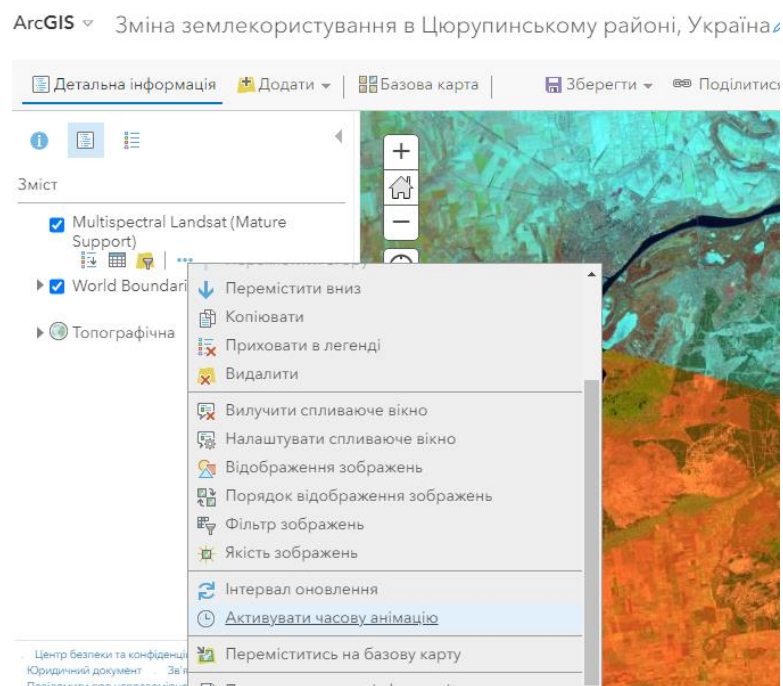
4. Зберігаємо карту разом з метаданими (назва, опис, ключові слова) – «Зміна землекористування в Цюрупинському районі, Україна».

Ми створили карту, яка буде служити основою для презентації зміни землекористування в Цюрупинському районі. Часте збереження карти гарантує, що нічого не буде втрачено у роботі. Далі ми починаємо роботу з колекцією історичних знімків шару спектрональних знімків Landsat і створюємо тимчасову анімацію для показу деяких з цих знімків в хронологічному порядку.

Мультиспектральний шар Landsat, який ми додали на карту, містить всі зображення, отримані з супутників Landsat з моменту початку роботи програми. Таким чином, для шару можна включити час і фільтри, щоб вибрати і відобразити тільки ті зображення, які необхідні нам.

5. Спочатку ми включаємо редагування часу для шару. Включення цієї функціональної можливості дозволить відшукати супутникові знімки досліджуваної території за останні 40 років.

На панелі Зміст затримуємо курсор на шарі «MultispectralLandsat», натискаємо кнопку «Додаткові опції» і скористайтесь командою «Активувати часову анімацію».



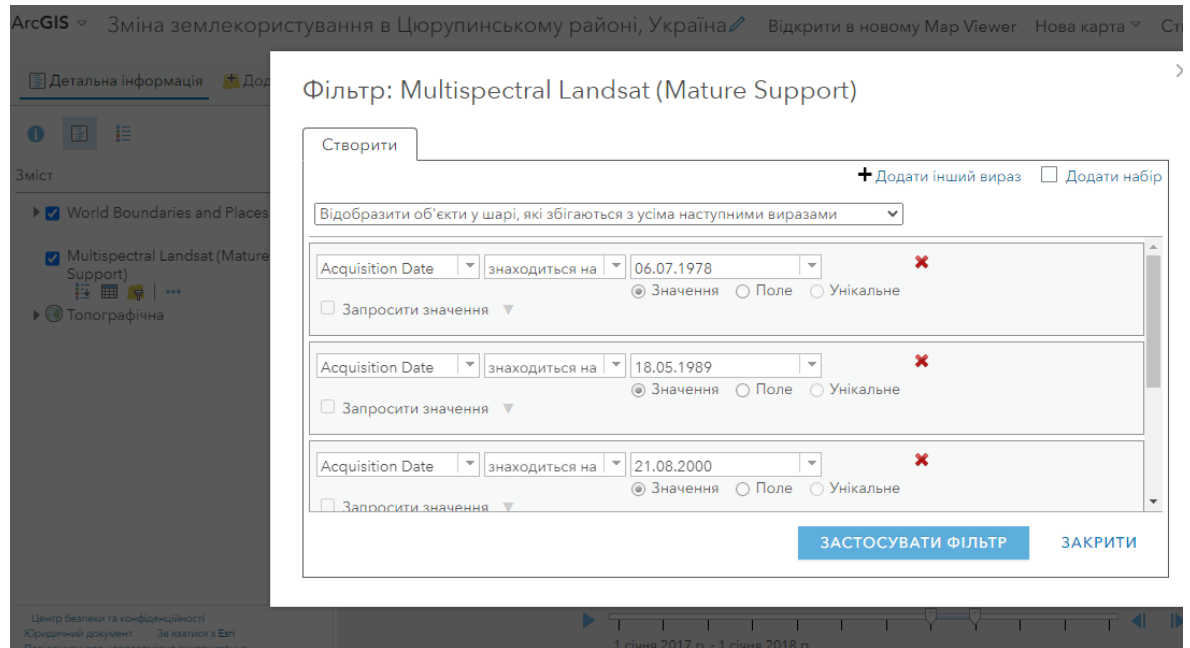
Під картою з'явиться панель інструментів часу. Карта при цьому зміниться; на ній буде видно тільки знімки з першого часового діапазону: з 24 липня 1972 р по 24 липня 1977 р. Програма Landsat почала працювати в 1972 році, і перші знімки Landsat нерідко виходили поганої. Пізніше ми відфільтруємо цей та інші сумнівні знімки з набору даних, щоб відображалися тільки знімки високої якості.

Основна наша задача полягає у відборі і реєстрації найбільш якісних знімків виконаних за десятирічні періоди. Так, за результатами відбору ми отримуємо наступні знімки:

Період	Дата знімання
1972- 1980 рр.	06.07.1978
1980 - 1990рр.	18.05.1989
1990- 2000 рр.	21.08.2000
2000 – 2010 рр.	18.06.2006
2010-2021 рр.	18.07.2017

Як видно з таблиці, часові проміжки досить різні, але всі знімки виконані в теплий період року тому можуть бути використані у аналізі землекористування.

6.Фільтрація найкращих знімків.Далі ми відфільтруємо мультиспектральний шар, щоб відображалось по одному найкращому знімку за кожні десять років.На панелі «Зміст» тримаємо курсор на шарі «MultispectralLandsat» і обираємо «Фільтр».Відкриється вікно Фільтр: MultispectralLandsat. У цьому вікні ви можете відфільтрувати дані, щоб відображалися не всі, а тільки потрібні. Можна будувати фільтри на підставі атрибутивних значень. Ми будуємо фільтр на підставі атрибута дати знімка: «AcquisitionDate». Виставляємо наперед встановлені дати якісних знімків:

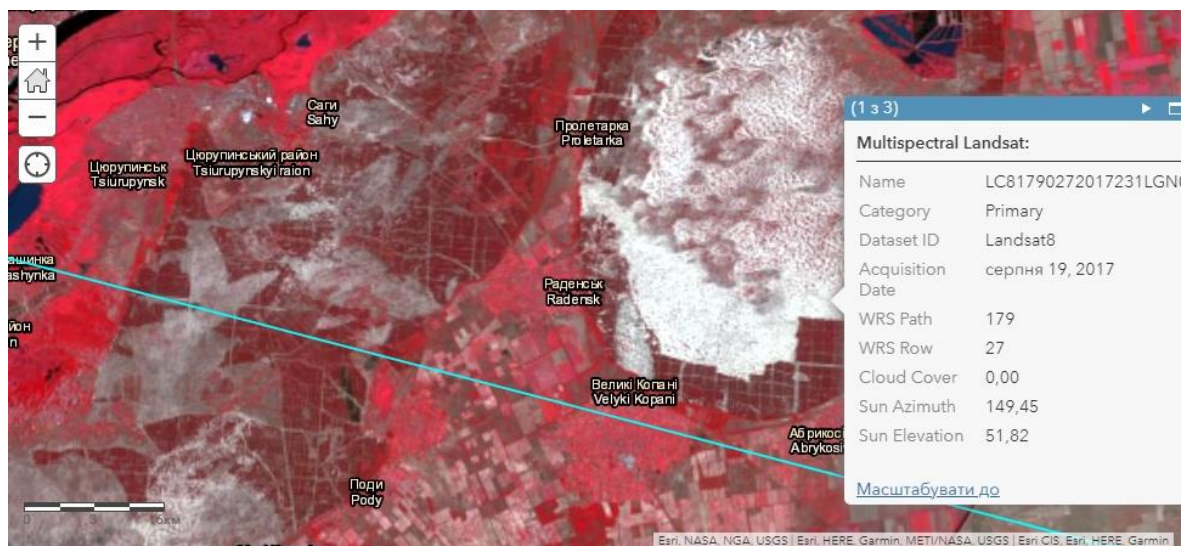
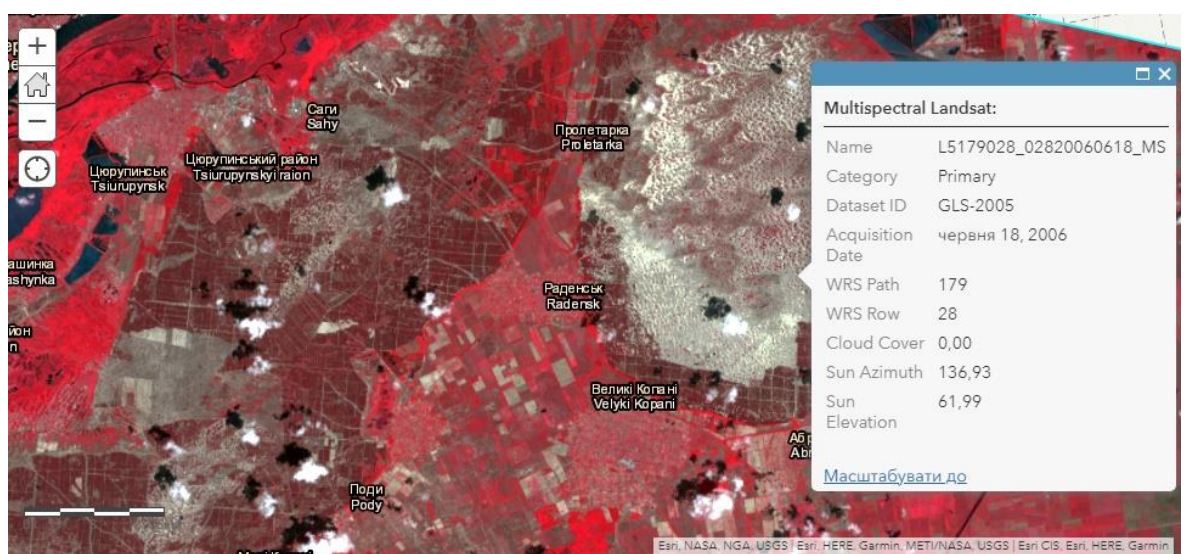
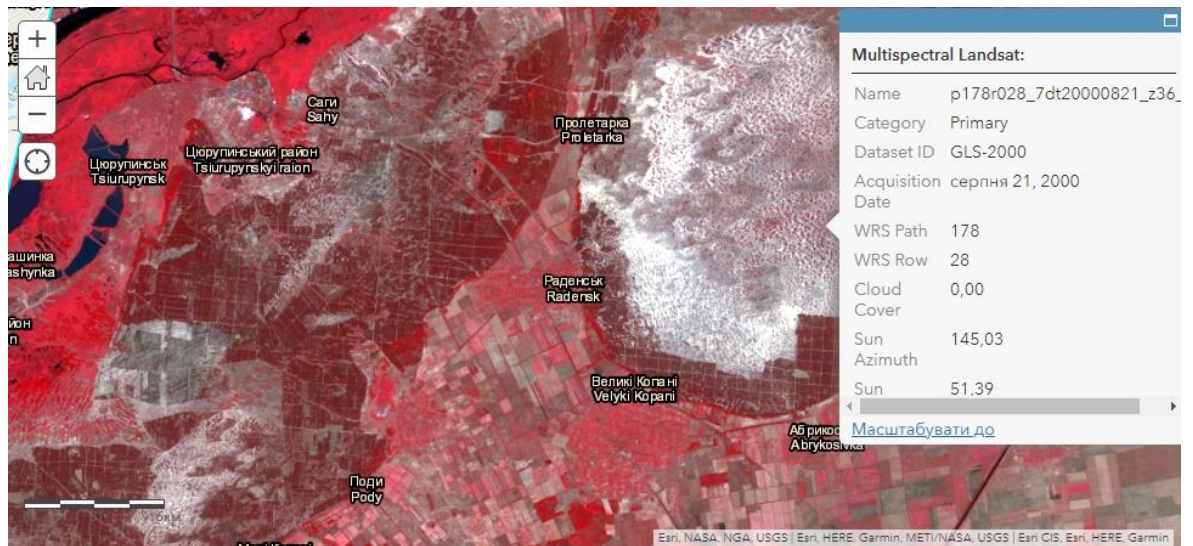


7.Посилення зображення інфрачервоним. Навіть за обраними знімками складно сказати, як згодом змінювалося землекористування. Якщо як зараз переглядати зображення в природних кольорах, не завжди бувають зрозумілі відмінності між рослинністю, сушею і водою. Особливо складно щось розгледіти на старих знімках, так як в той час сенсори були більш примітивними. Щоб краще розгледіти зміни землекористування в часі, треба змінити комбінацію спектральних каналів. Кожен знімок Landsat захоплює червону, зелену і синю частини видимого людським оком спектра. Крім того, там є сенсори, захоплюючі інформацію, невидиму людським оком. Дані з цих сенсорів можна комбінувати в різних комбінаціях спектральних каналів, щоб виділяти різні об'єкти. Наприклад, на інфрачервоних сенсорах здорова рослинність показана яскраво-червоним, а глибока вода - чорним. Ми використовуємо інфрачервоний канал, щоб показати зміни землекористування.

Затримайте курсор на шарі MultispectralLandsat і натискаємо кнопку «Додаткові опції», потім скористаємося командою «Відображення зображення». Відкриється панель Відображення зображення, на якій можна змінити комбінацію каналів зображення. Нам необхідний метод відображення як комбінація каналів ColorInfraredwithDRA. Таким чином ми отримали 5 різновікових знімків, що відображають динаміку зміни землекористування на території Цюрупинського району за період з 1978 по 2017 рр.



Рис. 3.1. Знімки землекористування на території Цюрупинського району в 1978 та 1989 роках (виконано автором)



3.2. Знімки землекористування на території Цюрупинського району в 2000, 2006 та 2017 роках (виконано автором)

Як бачимо з відібраних знімків землекористування на території району мало ряд змін, але більш детальний аналіз потрібно проводити на рівні окремих територій та сілрад. На перший погляд досить помітним є зміна рослинності на території соснових масивів та Козачелагерської арени Олешківських пісків, але є і певна специфіка зміни землекористування на території сільськогосподарських угідь. Подальший аналіз потребує класифікації земель за спектральним результатом та виділення ключових ділянок. Набір виділених знімків доступний для використання всім охочим за назвою «Зміна землекористування в Цюрупинському районі, Україна» в базі ArcGISonline.

ВИСНОВКИ

За результатами виконаної роботи можна зробити наступні висновки:

1. На даний момент просторовий аналіз є актуальним науковим напрямком і має велике значення для географії. Сучасні методи просторового аналізу зазвичай реалізуються в геоінформаційних системах (ГІС) і застосовуються для вирішення наукових і прикладних задач в геології, природокористуванні, землевпорядкуванні, муніципальному управлінні, економіці, демографії, охороні здоров'я, екології, гідрології та інших сферах.

Методи просторового аналізу включають виконання поліпараметричних класифікацій, побудову фізичних і абстрактних поверхонь (в тому числі геостатистичних), інтерполяції та екстраполяції даних, створення фізичних та експериментальних моделей процесів, моделей підтримки прийняття рішень і прогнозу.

Серед методів просторового аналізу виділяють:

1. Класифікація об'єктів шляхом групування значень їх ознаки
 2. Класифікація на основі методів багатомірного статистичного аналізу.
 3. Вирішення завдань позиціонування та оптимального розміщення
 4. Моделювання структури геосистем
 5. Моделювання для забезпечення підтримки прийняття рішень.
2. Дистанційне зондування можна визначити як метод вимірювання властивостей об'єктів на земній поверхні, в якому використовуються дані, отримані за допомогою повітряних літальних апаратів і штучних супутників Землі. З цього визначення видно, що суть методу полягає в тому, щоб замість проведення вимірювань за місцем

розташування об'єкта спробувати виміряти його характеристики на відстані. Оскільки безпосередній контакт з об'єктом в цьому випадку неможливий, нам залишається покладатися тільки на ту інформацію, яка міститься в сигналі, наприклад в оптичному, акустичному або мікрохвильовому.

Сучасний етап дистанційного зондування Землі почався з запуску штучного супутника Landsat з установленою на його борту скануючою апаратурою MSS. У 1972 році з цього супутника були отримані перші оглядові знімки високої роздільної здатності.

Особливості використання космічних знімків є їхня калібровка по спектральним групам, завдяки яким можна простежувати просторові закономірності тих чи інших складових географічної оболонки.

Існує два підходи до інтерпретації даних дистанційного зондування. Перший з них (традиційний) можна назвати просторовим, оскільки в ньому основним завданням є вивчення просторових взаємозв'язків між різними об'єктами земної поверхні і нанесення їх на карту.

3. Прикладом застосування дистанційного зондування для потреб просторового аналізу є пошук, компонування та аналіз мультиспектральних знімків території дослідження. Найбільш об'ємною базою космічних знімків різних територій є база супутника Landsat, яка ведеться з 1972 року. Програмним середовищем в дослідженні обрано платформу ArcGISOnline, яка дозволяє безпосередньо використовувати ресурс Landsat, а також здійснювати широкий спектр операцій зі знімками. Алгоритм дослідження наступний:

- 1) пошук та фіксація регіону дослідження;
- 2) виділення часового проміжку дослідження;
- 3) пошук чітких мультиспектральних знімків та фіксація дати їх виконання;
- 4) фільтрація обраних знімків;

- 5) інфрачервона корекція рослинності;
- 6) формування бази даних знімків.
- 7) аналіз та класифікація земель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. Географічні інформаційні системи: навчально-методичний посібник для аудиторної та самостійної роботи студентів за спеціальностями «Географія», «Економічна та соціальна географія». – Харків, 2016 – 82 с
2. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы. М.: Дата+, 1999. 490 с
3. Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 400 с.
4. Самардак А. С. Геоинформационные системы / А. С. Самардак. – Владивосток : ТИДООИТ, 2005. – 123 с.
5. Гиттис В. Г. Основы пространственного прогнозирования в геоинформатике / В. Г. Гиттис, Б. В. Ермаков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 256 с.
6. Іщук О. О. Просторовий аналіз в ГІС : навч. посіб. / О. О. Іщук, М. М. Коржнев, О. Є. Кошляков ; за ред. акад. Д. М. Гродзинського. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2003. – 195 с
7. Friendly M. Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization. 2009. 79 p.
8. Моликевич Р. С. Досвід географічного вивчення проблем формування здоров'я // Наук. вісник Східноєвропейського нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Серія Географічні науки. 2014. № 11 (288). С. 111-115/
9. Goodchild M.F. A spatial analytical perspective on geographical information systems. International Journal of Geographical Information Systems. 1987. Vol. 1. No. 4. Pp. 327-334.
10. Mashkova O. Study of disproportions of territorial communities development on the basis of geoinformation monitoring of the population`s quality of life / O. Mashkova, Molikevych R., Napadovska H., N.

Omelchenko // Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018: Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-41-6 / ISSN 1314-2704, 2 July – 8 July, 2018, Vol. 18, Issue 2.3, 591-598 pp.

11. Reed C. MOSS – A Historical Perspective [Електронний ресурс]. 2004. 5 p. URL: <http://www.scribd.com/doc/4606038>

12. Молікевич Р.С. Деякі аспекти взаємозв'язку соціально-економічного розвитку та медико-демографічної ситуації у Херсонській області / Р.С. Молікевич // Часопис соціально-економічної географії. – Харків, 2015. – №19(2). – С. 172 – 180.

13. Гвоздев, Р. С. Пространственный анализ: история и перспективы развития / Р. С. Гвоздев // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей Международной научной Конференции студентов и молодых ученых: в 2-х томах, Курск, 25–26 мая 2016 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 27-31.

14. Smith M.J., Goodchild M.F., Longley P.A. Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools. Fifth Edition. Winchelsea: Winchelsea Press, 2015. 748 p.

15. UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management. Future trends in geospatial information management: the five to ten year vision 2011. 8 p.

16. Геоинформатика: в 2 кн: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов], под ред. Тикунова. 2008 год.

17. Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие / Шипулин В. Д.; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2010. – 337 с.

18. Heywood, D. I., Cornelius, S., & Carver, S. (1998). *An introduction to geographical information systems*. New York: Addison Wesley Longman.
19. Окунев И.Ю. Основы пространственного анализа: монография / И.Ю.Окунев. — М.: Аспект Пресс, 2020 — 255 с.
20. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] : монография / под ред. В. В. Еремеева. – Москва : Физматлит, 2015. – 458 с.
21. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М. : Техносфера, 2006
22. Трифонова Т. А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко, А. Н. Краснощеков. — Москва : Академический Проект, 2015. — 350 с.
23. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. В. М. Владимирова ; Сибирский федеральный университет. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. — 196 с.
24. Шовенгердт Роберт А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Шовенгердт Р.А.; Кирюшин А.В., Демьяников А.И. (пер. с англ.). — 3-е изд. — М. : Техносфера, 2013. — 589 с.
25. Avery, T.E. and Berlin, G.L. (1992) *Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation*. Prentice Hall, Upper Saddle River, 472 p.
26. Обработка данных дистанционного зондирования Земли: практические аспекты : [учеб. пособие] / [В. Г. Коберниченко, О. Ю. Иванов, С. М. Зраенко и др. ; под общ. ред. В. Г. Коберниченко]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013. — 168 с.

27. Molikeych, R. S., Okhremenko, I. V., Kotovskiy, I. M., & Bielaia, I.S. (2020). Ecological monitoring of forests based on spectral indices (case study of forestry in south of ukraine). Paper presented at the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2020-August(2.2) 215-220. doi:10.5593/sgem2020/2.2/s10.026

Додаток А

**КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ХЕРСОНСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Я, _____, учасник(ця) освітнього процесу Херсонського державного університету, **УСВІДОМЛЮЮ**, що академічна доброчесність – це фундаментальна етична цінність усієї академічної спільноти світу.

ЗАЯВЛЯЮ, що у своїй освітній і науковій діяльності **ЗОБОВ'ЯЗУЮСЯ**:

- дотримуватися:
 - вимог законодавства України та внутрішніх нормативних документів університету, зокрема Статуту Університету;
 - принципів та правил академічної доброчесності;
 - нульової толерантності до академічного плагіату;
 - моральних норм та правил етичної поведінки;
 - толерантного ставлення до інших;
 - дотримуватися високого рівня культури спілкування;
- надавати згоду на:
 - безпосередню перевірку курсових, кваліфікаційних робіт тощо на ознаки наявності академічного плагіату за допомогою спеціалізованих програмних продуктів;
 - оброблення, збереження й розміщення кваліфікаційних робіт у відкритому доступі в інституційному репозитарії;
 - використання робіт для перевірки на ознаки наявності академічного плагіату в інших роботах виключно з метою виявлення можливих ознак академічного плагіату;
- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного й підсумкового контролю результатів навчання;
 - надавати достовірну інформацію щодо результатів власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використаних методик досліджень та джерел інформації;
 - не використовувати результати досліджень інших авторів без використання покликань на їхню роботу;
 - своєю діяльністю сприяти збереженню та примноженню традицій університету, формуванню його позитивного іміджу;
 - не чинити правопорушень і не сприяти їхньому скоєнню іншими особами;
 - підтримувати атмосферу довіри, взаємної відповідальності та співпраці в освітньому середовищі;
 - поважати честь, гідність та особисту недоторканність особи, незважаючи на її стать, вік, матеріальний стан, соціальне становище, расову належність, релігійні й політичні переконання;
 - не дискримінувати людей на підставі академічного статусу, а також за національною, расовою, статевою чи іншою належністю;
 - відповідально ставитися до своїх обов'язків, вчасно та сумлінно виконувати необхідні навчальні та науково-дослідницькі завдання;
 - запобігати виникненню у своїй діяльності конфлікту інтересів, зокрема не використовувати службових і родинних зв'язків з метою отримання нечесної переваги в навчальній, науковій і трудовій діяльності;
 - не брати участі будь-якої діяльності, пов'язаній із обманом, нечесністю, списуванням, фабрикацією;
 - не підроблювати документи;
- не поширювати неправдиву та компрометуючу інформацію про інших здобувачів вищої освіти, викладачів і співробітників;
- не отримувати і не пропонувати винагород за несправедливе отримання будь-яких переваг або здійснення впливу на зміну отриманої академічної оцінки;
 - не залякувати й не проявляти агресії та насильства проти інших, сексуальні домагання;
 - не завдавати шкоди матеріальним цінностям, матеріально-технічній базі університету та особистій власності інших студентів та/або працівників;
 - не використовувати без дозволу ректорату (деканату) символіки університету в заходах, не пов'язаних з діяльністю університету;
 - не здійснювати і не заохочувати будь-яких спроб, спрямованих на те, щоб за допомогою нечесних і негідних методів досягати власних корисних цілей;
 - не завдавати загрози власному здоров'ю або безпеці іншим студентам та/або працівникам.

УСВІДОМЛЮЮ, що відповідно до чинного законодавства у разі недотримання Кодексу академічної доброчесності буду нести академічну та/або інші види відповідальностей до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення принципів академічної доброчесності.

(дата)

(підпис)

(ім'я, прізвище)