

УДК 910.2+528.9

DOI: 10.18524/2303-9914.2022.2(41).268701

О. О. Світличний, д. геогр. н., професор**А. В. П'яткова**, к. геогр. н., доцент**О. Б. Муркалов**, к. геогр. н., доцент

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

кафедра фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій

пров. Шампанський, 2, Одеса, 65058, Україна

svetlitchnyi.aa.od@gmail.com, a.piatkova@onu.edu.ua, physgeo_onu@ukr.net

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ГЕОГРАФІЇ – ОСВІТА, НАУКА ТА ПРАКТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ

Показана триєдина сутність геоінформаційних технологій у ВНЗ як об'єкта вивчення, засобу навчання та робочого інструментарію для наукових досліджень і прикладних розробок. Представлені основні напрямки та результати застосування ГІС-технологій у освітньому процесі та науково-дослідній і практичній діяльності на кафедрі фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Наведена історія започаткування використання геоінформаційних технологій в географічних науках, як самостійного напрямку на кафедрі, якому в 2022 р. виповнюється 30 років. Наведено основні напрями наукових досліджень кафедри фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій з використанням можливостей геоінформаційних технологій.

Ключові слова: ГІС-технології, кафедра фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій, географічна освіта, програмне забезпечення ГІС, просторово-координована інформація

ВСТУП

Геоінформаційні технології (ГІС-технології) як автоматизовані засоби та способи збору, зберігання, обробки, аналізу та подання просторово-координованої інформації, зародились близько шістдесяти років тому і зараз знаходять все більш широке застосування в різних сферах людської діяльності, пов'язаних з використанням просторово-розподіленої та просторово-координованої інформації, включаючи планування територій, комунікації, транспорт і логістику, туризм, охорону довкілля, оборонну галузь, фінанси, торгівлю тощо. Географічні дослідження є тією сферою діяльності, в якій просторово-координована інформація проходить повний цикл від її збору до практичного застосування, включаючи аналіз, моделювання, картографування, прогноз тощо.

Ця загальна тенденція відмічається і в сфері освіти. Так поточного часу вивчення географії у вищому навчальному закладі (ВНЗ), виконання досліджень у будь-якому напрямку, пов'язаному із просторово-координованою інформацією, просторовий аналіз та картографування неможливо здійснювати без використання сучасних засобів, якими є програмні додатки, веб-ресурси

та інструменти польового і дистанційного обстеження земної поверхні. Вони дозволяють автоматизувати та спростувати роботу фахівця-географа, а також виводять наукові розробки на рівень світових стандартів. Сучасні спеціалісти-географи просто не можуть ігнорувати використання ГІС-технологій у своїх дослідженнях і розробках. Відповідно і сучасні ВНЗ, які готують географів, не можуть обійтися без впровадження ГІС-технологій у навчальний і дослідницький процеси.

На цьому тлі кафедра фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій Одеського національного університету (ОНУ) імені І.І. Мечникова стала однією з перших в Україні, де ГІС-технології були запроваджені як у навчальний процес, так і у сферу наукових досліджень у 1992–1993 роках. Сучасний етап розвитку географічних наук та географічної освіти суттєво спирається на арсенал методів та засобів ГІС. Але в більшості публікацій питання цілісного сприйняття всіх аспектів ГІС-технологій не відображено. Головна увага приділяється практичній стороні застосування ГІС-технологій та окремим аспектам підготовки фахівців у ВНЗ України. Така ситуація склалась через те, що сфера застосування ГІС-технологій вже давно вийшла за межі «класичного» географічного середовища, в якому виникла та тривалий час удосконалювалась.

Можна помітити, що в статтях, які присвячені впровадженню ГІС-технологій в освітній процес школярів (Johnston, 2006; Vale Fátima, 2011; Бревус, Паламарчук, 2014; Світличний та ін., 2020) вони розглядаються як освітній інструмент. Підкреслена трансдисциплінарність ГІС-технологій, аналізуються особливості впровадження ГІС-технологій в підготовці школярів. Застосування технологій ГІС як освітнього інструменту, з точки зору авторів, дозволяє сформувати у учнів нові компетенції, познайомити з сучасними інформаційними методами дослідження довкілля та допомогти в профорієнтації.

Подібна ситуація спостерігається в ВНЗ та практичній роботі з використанням просторово-координованої інформації. В методичній літературі, яка використовується під час проведення лабораторних та практичних робіт, викладаються основи методики роботи з ГІС-технологіями та інтерпретації отриманих результатів (Левитан, 2010). Тобто задіяні функціональні можливості ГІС-технологій та закріплюється методика їх застосування.

Проблема, яка розглядається в даній статті є одним з напрямків сучасної нестачі кадрів, які вільно володіють ГІС-технологіями для прийняття зважених обґрунтованих рішень з використанням просторово-координованої інформації. Вирішення цієї проблеми залежить саме від впровадження елементів ГІС освіти та підготовки ГІС-фахівців у безперервній ланці від школи до ВНЗ та на виробництві, або в управлінській сфері (Костріков, 2008). У зазначеній статті автор також виклав своє бачення безперервності підготовки фахівців в ВНЗ шляхом реалізації фундаментальних предметних модулів ГІС-технологій через поступове викладання їх у спецкурсах з набуттям компетенцій від методологічних засад до практичного застосування у територіальному менеджменті.

Такий же напрямок міркувань можна зустріти в статті (Sinton, 2009). В статті запропонована ідея «ін'єкційного» підходу до впровадження геоінформацій-

них технологій в освітній процес та сфери застосування просторово-координованої інформації. Цей шлях, за думкою автора, реалізується через розвиток географічних факультетів з залученням ГІС-фахівців для підготовки студентів та збільшення ГІС-курсів, зростання дрібно масштабного навчання, організацію позакласної діяльності та популяризації впровадження геоінформаційних технологій при вирішенні широкого кола завдань.

В монографіях та підручниках (Світличний, Плотницький, 2006; Самойленко, 2010; Геоінформаційні технології..., 2012; Зацерковний та ін., 2014; Лаврик, 2014; Світличний, П'яткова, 2019; Донченко та ін., 2021) увага звертається переважно на історію розвитку ГІС-технологій, їх функціональні можливості, сфери застосування, теоретико-методологічні питання. Тобто ГІС-технології розглядаються переважно з точки зору внутрішніх структурних позицій.

Сучасні публікації, наприклад, фахівців кафедри фізичної географії, природокористування та геоінформаційних технологій (Світличний, Іванова, 2003; П'яткова, 2013; Стоян та ін., 2017; П'яткова та ін., 2019 та ін.) присвячені головним чином викладенню результатів застосування ГІС-технологій для вирішення практичних або науково-методологічних завдань: розраховуються параметри водних об'єктів, визначаються характеристики рельєфу за побудованою моделлю, моделюються складні фізико-географічні процеси тощо.

Тобто ГІС-технології аналізуються більше як прикладний інструмент. Увага його комплексності приділяється переважно з погляду вирішення комплексних географічних завдань. Погляд на ГІС-технології як сучасний феномен, який об'єднує в собі комплекс ознак, функцій та сам є об'єктом, тільки починає розроблятися. Такий підхід на тлі розширення сфери застосування ГІС-технологій в багатьох напрямках суспільного життя і практики потребує окремого розгляду.

Метою статті є формування уявлення про комплексну роль ГІС-технологій у географічній освіті, науці та практиці.

Об'єкт дослідження – ГІС-технології як сучасна геоінформаційна технологія географії. *Предмет* дослідження – особливості застосування геоінформаційних технологій в освітній, науковій та прикладній діяльності у ВНЗ.

Для досягнення мети поставлені наступні завдання:

- навести історію започаткування впровадження ГІС-технологій та їх подальший розвиток на кафедрі фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій ОНУ імені І. І. Мечникова;
- показати триєдину сутність геоінформаційних технологій у вищому навчальному закладі – об'єкта вивчення, способу навчання та інструменту досліджень;
- встановити особливості застосування ГІС-технології в науковій діяльності у сфері освіти, науковій діяльності та прикладних розробках.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

При написанні статті використані матеріали та виконано аналіз літературних джерел, досвід підготовки фахівців-географів в ОНУ та науково-практичної діяльності безпосередньо співробітників кафедри фізичної географії, природо-

користування та геоінформаційних технологій ОНУ імені І.І. Мечникова. При написанні статті автори також спирались на власний багаторічний досвід викладання спеціалізованих дисциплін та проведення досліджень з використанням геоінформаційних технологій.

Методологічною основою представленого дослідження є системний підхід, тобто ГІС-технології розглядаються як цілісна система, яка є інтегрованою сукупністю апаратних і програмних засобів, методів і процедур рішення навчальних, наукових і прикладних завдань. У свою чергу ця система є невід'ємною складовою надсистеми вищої географічної освіти. Аналіз та синтез як загальнонаукові методи стали основою для узагальнення здобутків науковців та викладачів кафедри фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій ОНУ імені І.І. Мечникова протягом останніх десятиліть; обґрунтування сучасної концепції використання ГІС-технологій у вищому навчальному закладі; доведення необхідності цілісності сприйняття ГІС-технологій у географічній освіті та наукових дослідженнях.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз літературних джерел, узагальнення досвіду науково-практичної та освітньої діяльності співробітників кафедри фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій ОНУ імені І.І. Мечникова показали, що на сучасному етапі розвитку вищої географічної освіти роль геоінформаційних технологій триєдина – вони виступають як: 1) об'єкт вивчення, 2) засіб навчання та 3) робочий інструментарій для наукових досліджень і прикладних розробок (рис. 1).

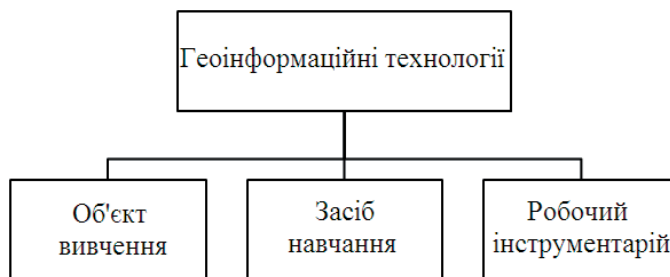


Рис. 1. Відображення концепції сучасної триєдиної ГІС

ГІС-технології як об'єкт вивчення. Будучи синтезом досягнень в декількох галузях знань, у тому числі загальної інформатики, комп'ютерного проектування (CAD/CAIP), теорії інформаційних систем, географії, картографії та інших, геоінформаційні технології є достатньо складним комплексом, який вимагає спеціального вивчення. З цих позицій геоінформаційних технологій їй потрібно досліджувати як самостійний об'єкт. Інструментарій сучасних ГІС-технологій та його функціональність потребує класифікації з позицій за-

стосовності для вирішення географічних проблем. Тут можна виділити загальні, спеціальні, прикладні ГІС-додатки та ресурси.

Методологія вивчення ГІС-технологій як самостійного об'єкту може розглядатися з двох позицій. По-перше, досліджується методика застосування ГІС-технологій, як комплексу засобів і методів для вирішення прикладних географічних задач, таких як, прив'язка растрів, векторизація растрових зображень, побудова цифрових моделей рельєфу (ЦМР), визначення морфометричних характеристик досліджуваної території, моделювання природних процесів. По-друге – дослідження та порівняння реалізованих в різних ГІС-додатках географічних методів. Тут для вивчення необхідним для уточнення є застосовність методів, точність та адекватність результатів, порівнянність, тобто – стандартизація ГІС-додатків та відповідність сучасному розвитку географічної науки.

На геолого-географічному факультеті ОНУ імені І. І. Мечникова викладання основ геоінформатики було розпочато ще у 1992–1993 навчальному році, коли за ініціативою завідувача кафедри фізичної географії та природокористування професора Г. І. Швєбса вивчення цієї дисципліни було включено до навчального плану підготовки географів, які на той час отримували і педагогічну освіту. У 1993 році на кафедрі відкрита початкова ГІС-лабораторія, де студенти і зараз отримують практичні навички роботи з просторово-координованою інформацією в середовищах сучасних інструментальних ГІС, в тому числі MapInfo Professional (Pitney Bowes Software Inc, США), ArcGIS Desktop (ESRI, США), PCRaster (PCRaster Environmental Software, Нідерланди), SAGA (Universität Hamburg, ФРН) (Conrad, 2006), QGIS (QGIS, США).

Викладачами кафедри фізичної географії та природокористування (Світличний О. О., Плотницький С. В.) розроблені освітні і робочі програми дисципліни, у 1997 р. видана перша в Україні монографія, присвячена географічним інформаційним системам та геоінформаційним технологіям (Світличний та ін., 1997), у 2006 видано, а у 2008 році перевидано навчальний посібник з грифом Міністерства освіти і науки України (Світличний, Плотницький, 2006). Студенти кафедри фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій отримують та удосконалюють свої теоретичні знання та практичні навички з геоінформатики на старших курсах, вивчаючи вибіркові дисципліни «Геоінформатика» (3 курс), «Бази даних ГІС» (3 курс), «Менеджмент ГІС-проектів» (магістратура), «ГІС технології в географії і природокористуванні» (магістратура), проводиться виробнича практика зі створення баз гео-даних (4 курс) (рис. 2). Для цих дисциплін розроблена низка посібників та методичних вказівок, які доповнюють матеріали лекцій та практичних і лабораторних робіт.

Впродовж навчання здобувачі вищої географічної освіти вивчають можливості спеціалізованих програмних та Веб-додатків, застосовуючи їх при виконанні навчальних завдань викладачів, одночасно використовуючи свої знання з окремих географічних дисциплін. Наприклад, вивчення побудови і аналізу цифрових моделей рельєфу (ЦМР) у середовищі пакету PCRaster неможливе без спеціальних знань геоморфології, векторизація растрових зображень у середовищі ArcGIS for Desktop неможливе без знань з топографії та картографії, адекватне виконання інтерполяції точкових даних у GSTAT неможливе без

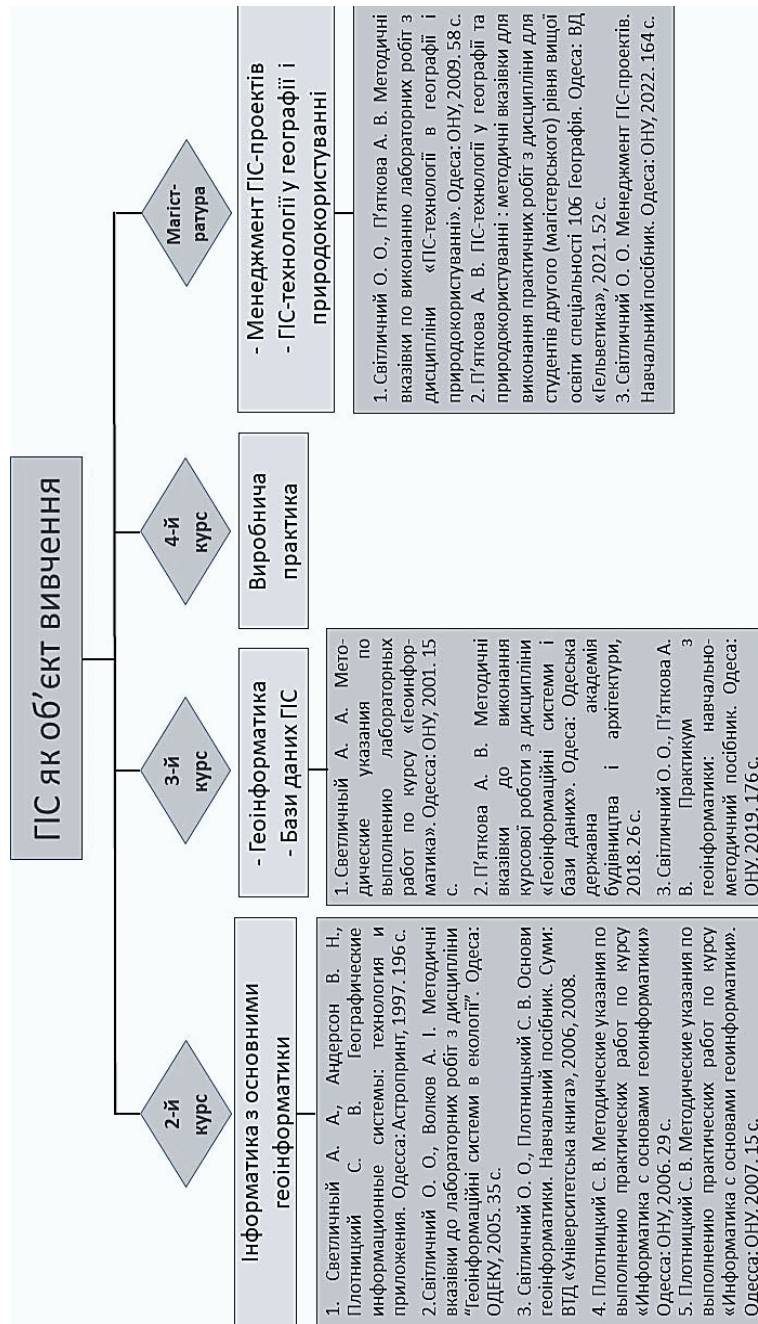


Рис. 2. Концепція ГІС-технологій як об'єкту вивчення на кафедрі фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій

знань математичних та статистичних методів, ґрунтознавства, картографії, гідрології і т. п.

ГІС-технології як засіб навчання. Активно, особливо в останні роки реалізується викладачами кафедри і друга сутність геоінформаційних технологій у навчальному закладі – як засобу навчання. Зокрема, геоінформаційні технології активно використовуються при виконанні практичних і лабораторних робіт з географічних дисциплін, таких як геоморфологія, гідрологія, ерозієзнавство та ін. (рис. 3).



Рис. 3. Концепція ГІС як засобу навчання на кафедрі фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій

Обов'язковою частиною дисципліни «Геоморфологія» (2 курс) є проведення практичних занять, а їх проведення з використанням ГІС-технологій доповнює «класичні» методи. Студенти визначають морфологічні та морфометричні характеристики рельєфу із залученням вільних інструментальних ГІС-додатків (П'яткова та ін., 2019; Світличний, П'яткова, 2019; Світличний, П'яткова, 2020). Основою виконання практичних робіт є побудована ЦМР. Для її побудови засобами ГІС-технологій обробляються топографічні карти, або залучаються глобальні цифрові моделі рельєфу (SRTM, ASTER, AW3D30 та ін.) (SRTM 90m; General bathymetric...; Svitlychnyi, Piatkova, 2022). Студенти отримують цифрові карти ухилів, експозиції, показників кривизни схилів, будуються комплексні геоморфологічні профілі території. Отриманий матеріал аналізується, ґрунтуючись на теоретичних знаннях, викладених у лекційному курсі. Таке поєднання і покрокове виконання завдань дозволяє залучати знання та навички отримані при проходженні дисциплін на попередніх курсах, що було відмічено раніше.

Похідні карти від ЦМР, які отримуються шляхом спеціалізованих операторів аналізу рельєфу (операції «ковзного вікна») – ухили, напрямки ліній току води (Idd map), експозиції – застосовуються для створення основи ландшафтної карти локального або регіонального масштабу (рис. 4), які є демонстративними

у межах дисципліни «Ландшафтознавство» та самостійними об'єктами дослідження кваліфікаційних робіт здобувачів.

Застосування ГІС-технологій у викладанні «Берегознавства» та «Лімнології» спрямоване на отримання навичок цифрового картографування, наприклад, накладання берегових ліній з визначенням їх динаміки, та просторового аналізу – зміни параметрів та типів пляжів у межах літодинамічних систем, розподілу температури, прозорості, солоності води та інших гідрологічних елементів по акваторії лиманів тощо. Для візуалізації та подальшого аналізу будови та динаміки рельєфу дна за результатами промірних робіт будуються ЦМР. Просторові операції з ЦМР у калькуляторі поверхонь дозволяють визначити спрямованість та величину, розподіл по акваторії акумулятивних процесів та ділянок розмиву дна. Крім того, побудована ЦМР використовується для визначення головних морфометричних характеристик водойм: площі водного дзеркала, об'єму води, статистичних характеристик глибин та побудови батиметричної і об'ємної кривих. Такий підхід також має практичне значення при розробці схем природокористування в уразливих контактних зонах суша-море (Шуйський, Вихованець, 2011; Стоян та ін., 2017).

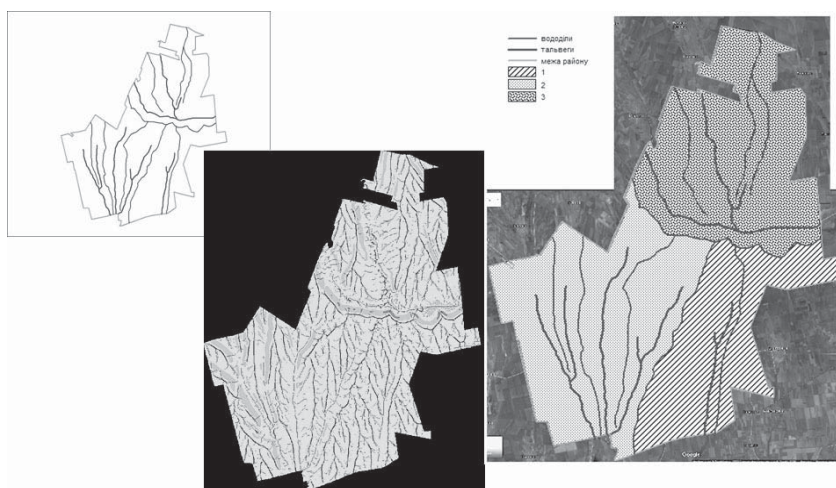


Рис. 4. Приклад створення основи ландшафтної карти

На практичних роботах з «Меліоративної географії та основ ерозієзнавства» із застосуванням ГІС студенти виконують розрахунки просторового розподілу зливого змиву ґрунту у середовищі додатку PCRaster з використанням фізико-статистичної моделі зливого змиву-акумуляції ґрунту (Svitlychnyi, Piatkova, 2019; Світличний, П'яткова, 2020) (рис. 5). На основі розрахунків та аналізу отриманих цифрових карт розповсюдження потенційного змиву та змиву при відповідній системі землекористування здобувачі навчаються виконувати аналіз та формувати висновки стосовно раціонального використання ерозійно-небезпечних земель.

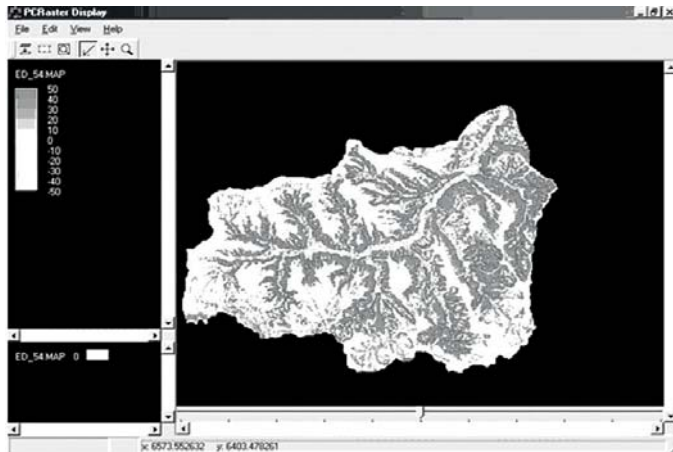


Рис. 5. Приклад розрахунку просторового розподілу потенційного змиву ґрунту в середовищі пакету PCRaster (басейн р. Бутеня, Київська область)

Потужний інструмент тематичного картографування у середовищі ГІС-додатків, наприклад, MapInfo Professional, застосовується здобувачами освіти під час виконання дипломних робіт (рис. 6), отримуючи яскраві наочні матеріали для демонстрації просторових відмінностей територій або регіонів та їх аналізу.

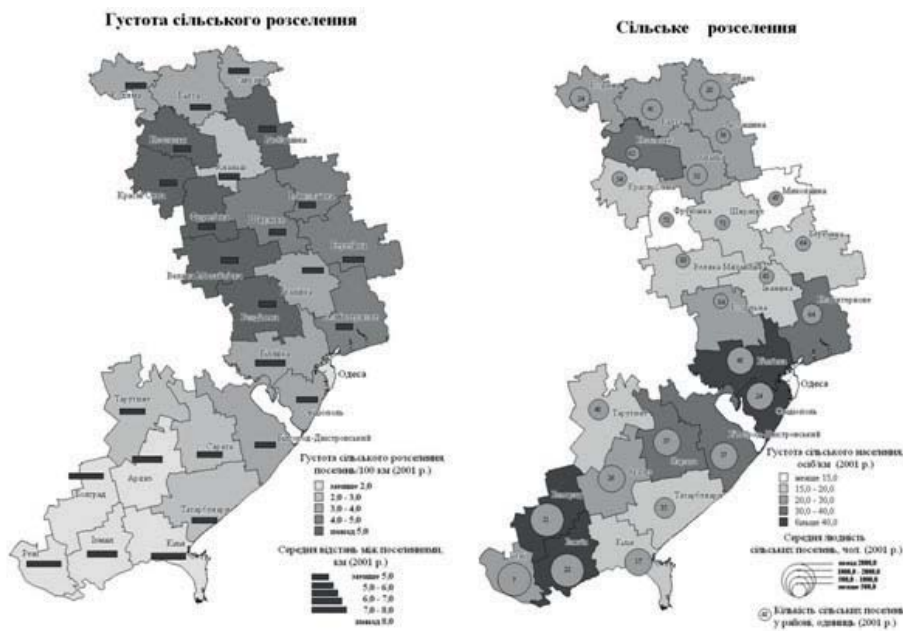


Рис. 6. Приклад створення тематичних карт (середовище MapInfo Professional)

Застосування геоінформаційних технологій як засобу навчання ставить низку вимог:

– Використання комерційних або вільних ГІС. Це питання на пряму торкається декількох аспектів. По-перше – ліцензування. Залучення ліцензованих комерційних ГІС-пакетів, які використовуються у професійному середовищі, є бажаним. Але вартість ліцензій, термін ознайомлювального періоду та їх суттєво обмежений функціонал суттєво обмежують їх застосування. По-друге, підготовка географів відрізняється від підготовки, наприклад, інженерних спеціальностей, уклін при вивченні геоінформатики спрямований більше у дослідницьку та педагогічні сфери. Вільні інструментальні ГІС мають суттєві переваги перед комерційними в напрямку впровадження в навчальний процес – вони безкоштовні, мають відкритий код, функціональні та аналітичні можливості не поступаються комерційним.

– Завдання, які вирішуються, або інструментарій. ГІС-додатки повинні мати широкі можливості. В навчальних цілях застосування ГІС-технологій передбачає різнобічний функціонал та коло завдань, які вирішуються: робота з растрами; робота з картографічними проекціями; картографування (у тому числі тематичне); побудова ЦМР і аналіз рельєфу; створення, збереження та робота з базами геоданих; картографічна алгебра та моделювання; просторова інтерполяція тощо.

– Інтерфейс. Додатки, які застосовуються у вирішенні широкого кола географічних проблем, мають бути «дружніми», що забезпечує легке опанування навичок роботи з ними.

Перелік вимог може бути значно більшим та напевне вимагає самостійного дослідження.

ГІС-технології як інструмент для наукових досліджень і прикладних розробок. Вже не одне десятиріччя без використання унікальних можливостей геоінформаційних технологій не обходиться на кафедрі фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій виконання наукових досліджень. Інкorporація геоінформаційних технологій у наукові дослідження на кафедрі фактично було розпочато в рамках спільного Українсько-Нідерландського проекту науково-технічного співробітництва (1992–1994 рр.). Співпраця з вченими з Нідерландів (насамперед, з географічного факультету Університету м. Утрехта) та інших європейських країн, де до початку 90-х років у цій галузі було досягнуто значних успіхів, участь у Європейських конференціях з ГІС у Мюнхені (1992 р.), Генуї (1993 р.), Парижі (1994 р.) визначили рівень і, значною мірою, підходи до постановки наукових досліджень у аналізованій предметній області.

Основні напрями наукових досліджень кафедри фізичної географії, природокористування та геоінформаційних технологій з активним використанням ГІС:

- просторове моделювання змиву-аккумуляції ґрунту і обґрунтування раціонального використання ерозійно-небезпечних земель (Svitlychnyi, Piatkova, 2019);

- розробка пілот-проекту системи агроекологічного моніторингу Південного регіону України;
- розробка методик автоматизованого агроландшафтного районування та інших видів тематичного районування;
- просторова оцінка транспорту радіонуклідів в рамках виконання науководслідницького проекту Європейського Співтовариства «Просторовий перерозподіл радіонуклідів в межах річкових водозборів: розробка основаних на ГІС моделей для систем підтримки рішень» (SPARTACUS);
- побудова і дослідження ЦМР (П'яткова, 2013; П'яткова та ін. 2019);
- просторове моделювання складових тепло-масообміну в природних і природно-господарських територіальних системах (Светличний, Іванова, 2003, Іванова, 2006);
- розробка експертної системи для аналізу причин і прогнозу виникнення надзвичайних ситуацій;
- розробка геоінформаційної системи навчально-наукового стаціонару «Кринички» ОНУ імені І.І. Мечникова (Учебная геоинформационная система..., 2009);
- розробка геоінформаційної системи навчально-наукового стаціонару Миколаївського національного аграрного університету;
- розробка геоінформаційної бази даних Одеської області у межах міжнародного проекту Європейського товариства «Транснаціональне інтегроване управління водними ресурси сільського господарства» (EU WATERS);
- оцінка точності глобальних цифрових моделей рельєфу, побудованих за даними дистанційного зондування Землі (Світличний, 2020);
- дослідження природи берегової зони північно-західної частини Чорного моря;
- дослідження фізико-географічних умов Причорноморських лиманів (Шуйський, Вихованець, 2011);
- оцінка морфодинаміки дна водойм (Стоян та ін., 2017);
- картографування гідрологічних елементів водних мас водойм;
- розробка засад застосування ГІС у вивченні підводних ландшафтів.

ВИСНОВКИ

На сучасному етапі розвитку вищої географічної освіти роль геоінформаційних технологій триєдина – вони виступають як об'єкт вивчення, засіб навчання та робочий інструментарій для наукових досліджень і прикладних розробок.

По-перше, геоінформаційні технології – це самостійний мультидисциплінарний об'єкт вивчення, який потребує окремої уваги для опанування спеціальними навичками на стику інформатики, комп'ютерного проектування, географії та ін. Поточного часу у світі існує низка додатків та комплексів, які реалізують різні можливості, що у свою чергу також потрібно брати до уваги для подальшого вивчення ГІС-додатків, їх класифікації та систематизації, на-

дання професійних оглядів і рекомендацій та безпосереднього володіння цими інструментальними засобами.

По-друге, геоінформаційні технології є сучасним, потужним засобом навчання спеціалістів-географів, розширюючи можливості здобувачів географічної освіти та виводячи географічну освіту на сучасний рівень, значно збільшуючи коло працевлаштування географів у сферах землевпорядкування, планування територій, охорони природи, оборони тощо.

По-третє, геоінформаційні технології є потужним інструментарієм для наукових досліджень, набагато розширюючи можливості дослідників інструментами картографування, класифікацій, аналізу рельєфу, районування, просторового моделювання, статистичного аналізу, оверлейного аналізу, інтерполяції тощо.

Саме виконання цих трьох функцій геоінформаційних технологій в навчальному процесі сприяє цілісності та безперервності геоінформаційної освіти географів, поєднуючи знання та навички отримані на різних курсах. Сучасне різноманіття програмних засобів ГІС-технологій потребує розширення існуючих курсів, формуванні у студентів уявлень про реалізовані в них методи та навички їх застосування при дослідженні географічної оболонки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Бревує С. М., Паламарчук Л. Б. Використання ГІС як освітнього інструменту в Київській малій академії наук. *Вісник геодезії та картографії*. 2014. № 4. С. 45–47.

Донченко М. В., Коваленко І. І. Геоінформаційні системи: навчальний посібник. Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 132 с.

Геоінформаційні технології в екології: навчальний посібник / Пітак І. В., Негадайлов А. А., Масікевич Ю. Г. та ін. Чернівці, 2012. 273 с.

Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.

Іванова А. В. Методика оцінки просторової мінливості показників урожайності сільськогосподарських культур. *Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики*. Київ, 2006. С. 281–289.

Костріков С. В. Про деякі методологічні засади викладання блоку навчальних дисциплін із геоінформатики та ГІС-технологій. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2008. Вип. 8. С. 155–160. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pbgo_2008_8_40

Лаврик О. Д. Геоінформаційні технології в географії. Умань: ФОП Жовтий О. О., 2014. 120 с.

Левитан І. В. К вопросу обучения геоинформатике. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка*. 2010. № 17 (204). С. 50–57.

П'яткова А. В. Урахування структури схилового стікання при просторовому моделюванні зливогого змиву ґрунту. *Вісник ОНУ. Серія географічні та геологічні науки*. 2013. Т. 18. № 2(18). С. 82–87. DOI: [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2013.2\(18\).184250](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2013.2(18).184250)

П'яткова А. В., Муркалов О. Б., Логвина Ю. В. Вплив методу створення цифрової моделі рельєфу на результати розрахунків змиву ґрунту. *Вісник ОНУ. Серія географічні та геологічні науки*. 2019. Т. 24. № 2(35). С. 52–66. DOI: [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2019.2\(35\).183729](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2019.2(35).183729).

Самойленко В. М. Геоінформаційні системи і технології: Підручник. К.: Ніка-Центр, 2010. 448 с.

Светличный А. А., Андерсон В. Н., Плотницкий С. В. Географические информационные системы: технология и приложения. Одесса: Астропринт, 1997. 196 с.

Світличний О. О., Муркалов О. Б., Тертична Ю. О. Актуальні питання впровадження ГІС в підготовці вчителів-географів. Збірник матеріалів II всеукраїнської науково-методичної Інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку природничих наук у контексті модернізації середньої та вищої школи» / За ред. В. В. Заморова, С. П. Гвозд'їй, М. В. Ткаченко. Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2020. С. 74–77

Світличний О. О., Іванова А. В. Принципи просторового моделювання гідрометеорологічних умов зливогого змиву ґрунту. *Вісник ОНУ. Серія географічні та геологічні науки*. 2003. Том 8. Вип. 5. С. 77–82.

- Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатики: навчальний посібник / За заг. ред. О. О. Світличного. Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 296 с.
- Світличний О. О., П'яткова А. В. Практикум з геоінформатики: навчально-методичний посібник. Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. 176 с.
- Світличний О. О., П'яткова А. В. Прикладне ерозієзнавство: навч. посіб. Одеса: Одеський національний ун-т імені І. І. Мечникова, 2020. 136 с.
- Світличний О. О. Про використання вільно поширюваних глобальних цифрових моделей рельєфу високої просторової роздільної здатності для розрахунків водної ерозії ґрунту. *Вісник ОНУ. Серія географічні та геологічні науки*. 2020. Том 25. Вип. 2(37). С. 44–65.
- Стоян О. О., Муркалов О. Б., Скаленчук О. В. Морфометрія і динаміка дна верхів'я Сухого лиману. *Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки*. 2017. Том 22. Вип. 1(30). 52–61. DOI: [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2017.1\(30\).116693](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2017.1(30).116693)
- Учебная геоинформационная система полевого физико-географического стационара: концепция и пути реализации / А. А. Светличный, и др. *Вісник ОНУ. Серія географічні та геологічні науки*. 2009. Т. 14. Вип. 16. С. 153–163.
- Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Природа Причерноморских лиманов. Одесса: Астропринт, 2011. 275 с.
- Conrad, O. SAGA – program structure and current state of implementation. SAGA – Analysis and Modelling Applications. 2006. Göttinger Geographische Abhandlungen. 115. P. 39–52.
- Esri. URL: <https://www.esri.com/en-us/home> (Last application 1.09.2022)
- Johnston R. J. Geography and GIS// Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications (2nd edition, abridged). John Wiley & Sons, Ltd. 2006. P. 27–35. Available at: https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch03.pdf
- General bathymetric chart of the oceans (GEBCO). URL: <https://www.gebco.net/> (Last application 1.09.2022)
- Precisely: MapInfo Professional. URL: <https://support.precisely.com/> (Last application 10.09.2022)
- PCRaster Software for environmental modelling. Documentation. URL: <http://pcraster.geo.uu.nl/support/documentation/> (Last application 11.09.2022)
- Sinton D. S. Roles for GIS within higher education. *Journal of Geography in Higher Education*. Vol. 33. Supplement 1. 2009. P. 7–16. DOI: 10.1080/0309826090303404
- SRTM 90m Digital Elevation Database – CGIAR. URL: <https://bigdata.cgiar.org/srtm-90m-digital-elevation-database> (Last application 11.09.2022)
- Sveltitchnyi A. A., Piatkova A. V. Spatially distributed GIS-realized mathematical model of rainstorm erosion losses of soil. *Journal of geology, geography and geocology*. Issue 28(3). 2019. P. 562–571. DOI: 10.15421/111953
- Svitlychnyi O. O., Piatkova A. V., Problems of spatially distributed quantitative evaluation of soil erosion losses. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2022. 56. С. 184–197 <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-13>
- QGIS Свободная географическая информационная система с открытым кодом. URL: <https://www.qgis.org/ru/site/> (Last application 18.09.2022)
- Vale Fátima. Usando un GIS libre en la Escuela Secundaria Jaime Moniz: QGIS. 2011. Available at: https://www.qgis.org/es/site/about/case_studies/portugal_funchal.html

REFERENCES

- Brevus S. M., Palamarchuk L. B. (2014). *Vykorystannia HIS yak osvithnoho instrumentu v Kyivskii malii akademii nauk* (The use of GIS as an educational tool in the Kyiv Small Academy of Sciences). Bulletin of geodesy and cartography. 4, 45–47 [in Ukrainian].
- Donchenko M. V., Kovalenko I. I. (2021) *Heoinformatsiini systemy: navchalnyi posibnyk* (Geoinformation systems: tutorial). Mykolaiv: Vyd-vo ChNU im. Petra Mohyly, 132 [in Ukrainian].
- Pitak I. V., Nehadailov A. A., Masikevych Yu. H. etc. (2012). *Heoinformatsiini tekhnolohii v ekolohii: navchalnyi posibnyk* (Geoinformation technologies in ecology: tutorial). Chernivtsi. 273 [in Ukrainian].
- Zatserkovnyi V. I., Burachek V. H., Zhelezniak O. O., Tereshchenko A. O. (2014). *Heoinformatsiini systemy i bazy danykh: monohrafiia* (Geoinformation systems and databases: monograph). Nizhyn: NDU im. M. Hoholia. 492 [in Ukrainian].
- Ivanova A. V. (2006) *Metodyka otsinky prostorovoi minlyvosti pokaznykiv urozhainosti silskohospodarskykh kultur* (Methodology for estimating the spatial variability of crop yield indicators). Theoretical and applied aspects of geoinformatics. Kyiv. 281–289 [in Ukrainian].

- Kostrikov S.V. (2008). *Pro deiaki metodolohichni zasady vykladannia bloku navchalnykh dystsyplin iz heoinformatyky ta HIS-tekhnologii* (About some methodological principles of teaching the block of educational disciplines in geoinformatics and GIS technologies). Problems of continuous geographical education and cartography. 8. 155–160 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pbgo_2008_8_40 [in Ukrainian].
- Lavryk O.D. (2014). *Heoinformatsiini tekhnologii v heohrafi* (Geoinformation technologies in geography) Uman: FOP Zhovtyi O.O. 120 [in Ukrainian].
- Levytan Y.V. (2010) *K voprosu obuchenia heoinformatyke* (To the question of teaching geoinformatics). Bulletin of Taras Shevchenko LNU. 17 (204). 50–57 [in Russian].
- Piatkova A.V. (2013) *Urakhuvannia struktury skhylovoho stikannia pry prostоровomu modeliuvani zlyvovoho zmyvu gruntu* (Taking into account the structure of slope runoff in the spatial modeling of storm soil erosion). Odesa National University Herald. Geography and Geology. V.18. 2(18). 82–87 DOI: [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2013.2\(18\).184250](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2013.2(18).184250) [in Ukrainian].
- Piatkova A.V., Murkalov O.B., Lohvyna Yu. V. (2019) *Vplyv metodu stvorennia tsyfrovoy modeli reliefu na rezultaty rozrakhunkiv zmyvu gruntu* (The influence of the method of creating a digital relief model on the results of soil erosion calculations). Odesa National University Herald. Geography and Geology. V. 24. 2(35). 52–66. DOI: [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2019.2\(35\).183729](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2019.2(35).183729) [in Ukrainian].
- Samoilenko V.M. (2010) *Heoinformatsiini systemy i tekhnologii: Pidruchnyk* (Geoinformatic systems and technologies: textbook). Kyiv, Nika-Tsentr. 448 [in Ukrainian].
- Svitlychnyi A.A., Anderson V.N., Plotnytskyi S.V. (1997) *Heohrafycheskye ynformatsionnye systemy: tekhnolohiya y prylozheniya* (Geographic Information Systems: Technology and Applications). Odesa, Astroprynt. 196 [in Russian].
- Svitlychnyi O.O., Murkalov O.B., Tertychna Yu. O. (2020) *Aktualni pytannia vprovadzhenia HIS v pidhotovtsi vchyteliv-heohrafiv* (Current issues of GIS implementation in the training of geographer teachers). Bulletin of materials of the 2nd Ukrainian scientific and methodological Internet conference "Problems and prospects of the development of natural sciences in the context of modernization of secondary and higher education". Odesa: ONU. 74–77 [in Ukrainian].
- Svitlychnyi O.O., Ivanova A.V. (2003) *Pryntsypy prostоровoho modeliuвання hidrometeorolohichnykh umov zlyvovoho zmyvu gruntu* (Principles of spatial modeling of hydrometeorological conditions of water soil washing off). Odesa National University Herald. Geography and Geology. V. 8. 5(19) 77–82 [in Ukrainian].
- Svitlychnyi O.O., Plotnytskyi S.V. (2006). *Osnovy heoinformatyky: navchalnyi posibnyk* (Fundamentals of geoinformatics: tutorial). Sumy: University Book. 296 [in Ukrainian].
- Svitlychnyi O.O., Piatkova A.V. (2019) *Praktykum z heoinformatyky: navchalno-metodychnyi posibnyk* (Geoinformatics Practicum: tutorial) Odesa: ONU. 176 [in Ukrainian].
- Svitlychnyi O.O., Piatkova A.V. (2020) *Prykladne eroziivnavstvo: navch. posib* (Applied erosion science: tutorial). Odesa: ONU. 136 [in Ukrainian].
- Svitlychnyi O.O. (2020) *Pro vykorystannia vilno poshyriuvanykh hlobalnykh tsyfrovyykh modelei reliefu vysokoi prostоровoi rozdilnoi zdatnosti dlia rozrakhunkiv vodnoi erozii gruntu* (On the use of freely distributed high-spatial resolution global digital terrain models for soil water erosion calculation) Odesa National University Herald. Geography and Geology. V. 25. 2(37). 44–65 [in Ukrainian].
- Stoian O.O., Murkalov O.B., Skalenchuk O.V. (2017) *Morfometriia i dynamika dna verkhivlia Sukhoho lymanu* (Morphometry and bottom dynamics of the upper reaches of Sukhyi Liman). Odesa National University Herald. Geography and Geology. V. 22. 1(30). DOI: [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2017.1\(30\).116693](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2017.1(30).116693) [in Ukrainian].
- Svitlychnyi O.O. et al. (2009) *Uchebnaia heoinformatsionnaia sistema polevoho fizyko-heohrafycheskoho statsyonara: kontseptsyia y puty realizatsyy* (The educational geoinformation system of the field physical-geographic station: concept and ways of implementation) Odesa National University Herald. Geography and Geology. V. 14. 16. 153–163 [in Russian].
- Shuiskyi Yu. D., Vykhovanets H. V. (2011). *Pryroda Prychernomorskykh lymanov* (The nature of the Black Sea Limans). Odesa. Astroprynt. 275 [in Russian].
- Conrad, O. (2006) SAGA – program structure and current state of implementation. SAGA – Analysis and Modelling Applications. Göttinger Geographische Abhandlungen, 115, 39–52 [in English]
- Esri. URL: <https://www.esri.com/en-us/home> [in English]
- Johnston R.J. (2006) *Geography and GIS. Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications* (2nd edition, abridged). John Wiley & Sons, Ltd. 27–35. Available at: https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch03.pdf [in English]
- General bathymetric chart of the oceans (GEBCO) (2022). URL: <https://www.gebco.net/> [in English]
- Precisely: MapInfo Professional (2022). URL: <https://support.precisely.com/> [in English]

PCRaster Software for environmental modelling. Documentation. URL: <http://pcraster.geo.uu.nl/support/documentation/> [in English]

Sinton D. S. (2009). Roles for GIS within higher education. *Journal of Geography in Higher Education*, 2009. Vol. 33. Supplement 1. 7–16. DOI: 10.1080/0309826090303404 [in English]

SRTM 90m Digital Elevation Database – CGIAR (2022). URL: <https://bigdata.cgiar.org/srtm-90m-digital-elevation-database> [in English]

Svetlitchnyi A. A., Piatkova A. V. (2019). Spatially distributed GIS-realized mathematical model of rainstorm erosion losses of soil. *Journal of geology, geography and geoecology*. Issue 28(3). 562–571. DOI: 10.15421/111953 [in English]

Svitlychnyi Oleksandr O., Piatkova Alla V. (2022). Problems of spatially distributed quantitative evaluation of soil erosion losses. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina, serii «Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia»*. 56. 184–197 <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-13> [in English]

QGIS – Free geoinformation system with open code (2022). URL: <https://www.qgis.org/ru/site/> [in Russian]

Vale Fátima, (2011). Usando un GIS libre en la Escuela Secundaria Jaime Moniz: QGIS. Available at: https://www.qgis.org/es/site/about/case_studies/portugal_funchal.html [in Spanish]

Надійшла 27.10.2022

Svitlychnyi O. O.

Piatkova A. V.,

Murkalov O. B.

Odesa I. I. Mechnikov National University

Department of Physical Geography, Nature Management and GIS-technologies

Champagne Lane, 2, Odessa, 65058, Ukraine

svetlitchnyi.aa.od@gmail.com, a.piatkova@onu.edu.ua, physgeo_onu@ukr.net

GIS-TECHNOLOGIES IN GEOGRAPHY – EDUCATION, SCIENCE AND PRACTICAL ACTIVITY

Abstract

Problem statement and purpose. At the present time GIS-technologies is finding greater use in different branches of human activity. In the geography the spatially coordinated information goes through a holistic cycle of collecting information and its practical use including analysis, modelling, mapping, prognosis etc. Studying geography in the university and researching in any science direction connected with spatial information as well the spatial analysis and mapping cannot be done without modern means like program apps, WEB-resources and instruments of field and remote investigation of Earth surface. At the Department of Physical Geography, Nature Management and GIS-technologies of Odesa I. I. Mechnikov National University GIS-technologies was incorporated as to educational process so to scientific research in 1992–1993. The present stage of the development of geographic sciences and education relies on the arsenal of GIS methods and tools. But in the majority of publications the problem of the holistic perception of all GIS aspects is not reflected. *The purpose* of the paper is to form the conception of the complex role of GIS-technologies in geographic education, science and practice.

Data & Methods. The practice and theoretic materials and experience of the staff of the Department of Physical Geography, Nature Management and GIS-technologies are used in the paper. The methodological basis of the paper research is a systemic approach that means the GIS technologies are considered as a complete system consisting of a software complex, a hardware complex, spatially coordinated information, and developers and users. Analysis and synthesis as general scientific

methods are the basis for summarizing the achievements of scientists and lecturers of the Department.

Results. At the current stage of the higher geographical education development, the role of geoinformation technologies is threefold. GIS are as: 1) an object of study, 2) a means of learning and 3) a working tool for scientific research and applied development. Firstly, GIS-technologies are the independent multidisciplinary studying object which demand on specifically skills in informatics, computer projection, geography etc. Secondly, GIS-technologies are modern and high-power method of teaching students that thread their abilities and rise geographic education to new level letting geographers to be occupied in territory planning, land ordering, nature reservation etc.

In the third, GIS-technologies are powerful tool for scientific research, mapping, classification, DEM analysis, overlaying, statistics analysis etc. Pursuance of all these functions of GIS-technologies in educational process favors the integrity and continuity of geoinformation education of geographers, combining knowledge and skills acquired in various courses.

Keywords: GIS-technologies, Department of Physical Geography, Nature Management and GIS-technologies, geographic education, GIS software, spatially coordinated information