

**Віктор Сеньків**, кандидат технічних наук, доцент  
кафедри медико-біологічних дисциплін, географії та екології  
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка

### ВИКЛАДАННЯ ОСНОВ АНАЛІЗУ ДАНИХ У КУРСІ “МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ”

У статті розглянуто аспекти навчання обробки та опрацювання даних під час підготовки фахівців-екологів. Показано, що зазвичай навчання здійснюється під час викладання курсу “Моделювання та прогнозування стану довкілля”, і суміжних курсів. Аналіз і обробка даних викладається як частина цього курсу та є необхідною складовою побудови математичних моделей. Водночас обробка даних передбачає розв’язання інших завдань: групування, візуалізація, побудова залежностей, пошук прихованих зв’язків, відкриття нової інформації, пошук зв’язку між даними та просторовим розташуванням. Для навчання розв’язувати вказані завдання запропоновано розширити інструментарій проведення практичних та лабораторних занять шляхом виконання завдань з допомогою різних типів спеціалізованого програмного забезпечення.

**Ключові слова:** вища освіта; аналіз даних; моделювання прогнозування стану довкілля; викладання екологічних дисциплін.

**Лім. 15.**

**Viktor Senkiv, Ph.D. (Engineering),** Associated Professor of the  
Medical and Biological Disciplines, Geography and Ecology Department,  
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University

### TEACHING THE BASICS OF DATA ANALYSIS IN THE COURSE “MODELING AND FORECASTING THE STATE OF THE ENVIRONMENT”

The article discusses the aspects of teaching data processing during the training of environmental specialists. It is shown that training is usually carried out during the teaching of the course “Modeling and forecasting the state of the environment” and related courses. Data analysis and processing is taught as part of this course and is a necessary component for the skill of building mathematical models. At the same time, data processing involves solving other tasks: grouping, visualization, building dependencies, finding hidden connections, discovering new information, and finding the connection between data and spatial location. To teach how to solve the specified tasks, it is proposed to expand the toolkit of conducting practical and laboratory classes by solving tasks using various types of specialized software. Training in data analysis is one of the components of the ecologist’s competences related to the information provision of environmental research. Students can acquire skills for working with data by solving practical tasks while working with specialized software. The software set to be used should include Excel, a computerized mathematics system, and a geographic information system. Due to its ease of use, the student training program can also include learning about Tableau’s data processing capabilities. Learning specialized software for statistical data processing requires the development of a separate course. A detailed study of spatial data analysis using GIS also requires a separate course due to the wide range of tasks to be solved and a significant amount of time to study the functions of this type of software.

**Keywords:** higher education; data analysis; modeling and forecasting of the state of the environment; teaching environmental disciplines.

**П**остановка проблеми. Уміння працювати з джерелами інформації, проводити її оцінку, виконувати збір даних та їх подальше опрацювання є важливими складовими підготовки фахівця. Відповідні компетенції та результати навчання зазначено у стандарті вищої освіти для підготовки фахівців-екологів. Зокрема, одна з фахових компетенцій стосується навичок роботи з інформаційними ресурсами. До результатів навчання включено уміння використовувати програмні засоби, інтернет-ресурси та ПІС-технології для інформаційного забезпечення екологічних досліджень [6].

Робота з даними вивчається студентами переважно у курсах “Інформаційні технології”, “Моделю-

вання та прогнозування стану довкілля” та подібних. Завдання, які при цьому розв’язуються, охоплюють питання збору даних, їх групування, визначення достовірності, оцінку середніх значень, визначення розміру вибірки. Такі завдання уможливають надалі представити дані у вигляді графів, створити модель, яка описуватиме явище або процес. Прикладами можуть бути збір та обробка даних про забруднення компонентів довкілля і створення моделі поширення забруднення. Також у процесі викладання подібних курсів вивчається статистична обробка даних. Вивчається також оцінка тісноти зв’язку між змінними (кореляційний аналіз) і визначення форми залежностей між двома або більше змінними (регресійний аналіз) [1; 3; 5].

Водночас сучасні умови ставлять додаткові вимоги до фахівців-екологів. Інформаційне забезпечення екологічних досліджень вимагає уміння візуалізувати дані. У такому випадку йдеться не тільки про уміння представляти дані на діаграмах та графіках, але й групувати їх, представляти у форматі карт і схем. Важливим є також представлення великих масивів даних та робота з ними, що дає змогу виявляти загальні тренди, давати оцінку явищам. Ще одним аспектом є пошук неочевидної або прихованої інформації, виявлення якої можливе після обробки даних. Усі ці аспекти розглядаються недостатньо у курсі підготовки фахівця-еколога, і розвитку вказаних вище навичок повинна бути надана додаткова увага [2].

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Навчання аналізувати дані проводиться переважно у курсах математичної статистики та спеціалізованих курсах, присвячених аналізу даних. Методи обробки та аналізу даних були розроблені у роботах Ю. Адлера, С. Айвазяна, Т. Андерсона, Й. Барда, Л. Большева, Б. Гнеденко, Н. Дрейпера, А. Дуброва, К. Іберли, І. Ібрагімова, А. Івахненка, Дж. Кіфера, К.Х. Крамера, М. Кендалла, Г. Куллдорфа, Б. Лемешка, Ю. Лінника, Г. Мартинова, В. Налімова, М. Нікуліна, О. Орлова, І. Парасюка, Е. Пітмена, Ю. Прохорова, Е. Пятецького-Шапіро, С. Рао, Г. Смита, А. Стьюарта, Дж. Тьюкі, Г. Хоттелінга, П. Хьюбера, А. Хьютсона, О. Чупрова, Д. Юла [2]. Область аналізу даних нині доповнюється новими галузями. Сюди зокрема належить аналіз великих масивів даних (big data analysis), інтелектуальний аналіз даних (data mining), використання даних для статистичного контролю якості, управління роботою організацій [2]. Окрему групу методів роботи з даними становлять методи просторового аналізу. Для виконання таких завдань сьогодні широко застосовуються геоінформаційні системи. Проведений аналіз програм і курсів, які викладаються екологам, показує, що навчання працювати з даними проводиться двома основними способами. Перший – вивчення статистичної обробки даних. Він викладається у курсах моделювання або статистики. Другим варіантом є вивчення методів роботи з даними у рамках створення спеціалізованих курсів, присвячених аналізу даних, роботі з геоінформаційними системами, екологічній статистиці. Попри це, на думку автора, курс “Моделювання і прогнозування” може поєднувати у собі ці два напрями та формувати вміння і навички аналізу й обробки даних за рахунок роботи з різними типами сучасного програмного забезпечення.

**Завдання дослідження:** показати можливості формування компетенції роботи з даними у рамках курсу “Моделювання та прогнозування стану довкілля” через застосування різних типів сучасного програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Обробка даних у сучасних умовах неможлива без використання спеціалізованого програмного забезпечення. Тому інформаційне забезпечення екологічних досліджень вимагає від фахівця-еколога уміння працювати з різними типами спеціалізованих програм [4]. Водночас доцільно зазначити, що уміння працювати з даними вимагає розуміння основ математичної статистики. Математичні основи обробки даних, увесь понятійний апарат обов’язково повинен подаватися студентам на лекційних заняттях. Практичні ж навички повинні вироблятися під час виконання завдань на лабораторних і практичних заняттях. Для роботи з даними можуть використовуватися такі види програм:

1. Microsoft Excel. Це відомий і широко використовуваний застосунок, що дає змогу проводити статистичну обробку даних, будувати залежності між змінними візуалізувати дані, а також представляти їх у вигляді карт.

2. Системи комп’ютерної математики. Сюди належать програмні продукти MathCAD, Matlab, Mathematica та інші подібні до них програми. Володіючи великим набором функцій, вони дозволяють виконувати різні операції з обробки даних, зазвичай для цього виділений блок статистичних функцій.

3. Спеціалізовані програми для статистичної обробки даних, прикладами яких є SPSS, Statistica. Вони широко використовуються у різних дослідженнях, де вирішуються завдання обробки даних – кореляція, парна та множинна регресія, порівняння груп даних. Сфера їх застосування доволі широка – від соціологічних досліджень до аналізу даних у природничих науках.

4. Комбіновані типи програмного забезпечення. Такі програми дають змогу опрацьовувати та візуалізувати великі масиви даних, оперувати різними форматами даних і змінних. Прикладом такого програмного забезпечення може бути Tableau.

5. Геоінформаційні системи (ГІС). Обробка даних у цих системах уможлиблює оцінити просторове розташування об’єктів, візуалізувати їх з допомогою карт. Також ГІС дозволяють оцінювати поширеність даних, виконувати прив’язку даних до території [7, 12].

Навчання аналізу даних можна розпочати з Microsoft Excel. Маючи набір даних, на лабораторних заняттях вивчаються базові формати роботи з ними. Сортуючи дані в електронній таблиці, можна змінити їх порядок, що дозволяє швидко знаходити потрібне значення. Можливе сортування діапазону або таблиці даних за одним або кількома стовпцями даних. Користувач може ранжувати дані за обраним параметром, або може фільтрувати їх набір залежно від визначених критеріїв. Умовне форматування в Excel допомагає виділяти комірки певним кольором на основі значення кожної з них, а також створити

набір даних – набір безперервних комірок на робочому аркуші Excel, який містить дані для аналізу.

Іншою відомою функцією в Excel є зведені таблиці. Їх використовують для узагальнення даних, що зберігаються у таблиці. Вони організують і змінюють статистику (або “зведення”), щоб привернути увагу до важливих і цінних фактів. Це допомагає отримати великий набір даних і переглядати потрібні, користуючись чітким, простим і керованим способом.

Аналіз “What-if” є ще одним варіантом обробки даних. Це процес зміни значень для випробування різних значень (сценаріїв) для формул. Можна використовувати кілька різних наборів значень в одній або кількох формулах, для дослідження різних результатів. Для такого типу аналізу використовується Solver – додаткова програма Microsoft Excel. Вона уможливає знайти оптимальне (максимальне або мінімальне) значення для формули в одній клітинці, яка відома як клітинка цілі. Результат залежить від певних обмежень щодо значень інших клітинок формули на аркуші. Використання цього додатка фахівцями екологами допомагає навчити розв’язувати різні типи задач оптимізації.

Поряд з відомими статистичними функціями необхідною для аналізу даних у Excel є надбудова “Аналіз даних”. Набір її функцій включає описову статистику, регресійний аналіз, порівняння вибірок, ANOVA та інші корисні інструменти аналізу даних. Це обов’язковий інструмент, функції якого повинні вивчатися для роботи з даними [11].

Окремої уваги заслуговують функції візуалізації у Excel. Після функцій побудови різних типів діаграм та графіків наступна важлива функція – пошук простих емпіричних залежностей за допомогою функції “Лінія тренду”. Її використання дозволяє навчити методики пошуку функціональних залежностей між двома змінними. Інша цікава функція – можливість створення графіка поверхні. Така своєрідна 3D-візуалізація може бути корисною для графічного зображення даних про рельєф або профіль дна водойми. Новою функцією є можливість побудови найпростіших карт. Поки що вона дозволяє прив’язати дані до певної країни або регіону, створивши у такий спосіб найпростішу електронну карту. Це розширює можливість візуалізації даних. Зараз ця надбудова ще не може прив’язувати дані до точки з певними координатами. Проте у Excel можна створювати таблицю з координатами (широта і довгота) та досліджуваними параметрами, яка потім перетворюється на карту з допомогою спеціальної надбудови або обробляється у різних типах геоінформаційних систем [8].

Широким спектром можливостей для обробки даних володіють системи комп’ютерної математики. Завантаження даних для аналізу у ці програми можливе у різних форматах. Для цього можуть вико-

ристовуватися таблиці Excel, файли даних інших програм, зображення, дані, що зберігаються на спеціалізованих ресурсах. Для роботи із самими даними залучаються різні групи функцій. Для різних завдань можуть використовуватися дані отримання описової статистики, очищення даних, оцінка розподілу даних, побудова часових рядів. Можлива також побудова залежностей між двома та більше змінними. Окремий блок функцій включає побудову графіків та визначення ліній трендів. Можлива побудова двовимірних і тривимірних графіків, а також графіків як у декартових, так і у полярних координатах.

У системах комп’ютерної математики доступні також функції роботи з просторовими даними. Можлива побудова тематичних карт, отримання інформації про географічні об’єкти, завантаження основних даних та координат відомих об’єктів. Можливе також завантаження даних з інших програм і створення карт просторового розподілу досліджуваного параметра або параметрів.

Оскільки робота з даними у системах комп’ютерної математики передбачає використання функцій, користувач повинен знати їх назви та написання. У шерензі подібного програмного забезпечення важливими є синтаксис, правильне написання функції та введення її параметрів. На це важливо звертати увагу студентів під час навчання та виконання завдань з обробки даних на практичних та лабораторних заняттях. Наприклад, програма Matlab, по суті, передбачає вивчення окремої мови програмування [10]. Це може ускладнити вивчення методів обробки даних у цьому типі програмного забезпечення. Тому обов’язковим є ознайомлення студентів з інформаційними ресурсами, де дається опис команд та функцій використовуваного програмного забезпечення. Також буде потрібний додатковий час для формування вмін та навичок обробки даних у таких системах.

Широкі можливості для обробки даних забезпечує спеціалізоване статистичне програмне забезпечення, з допомогою якого виконуються практично усі види статистичних обчислень [15]. Можна отримувати описову статистику, групувати дані за певним параметром, будувати графічні залежності. Також у програмах можна отримувати залежності між двома змінними та рівняння множинної регресії. Необхідно зазначити, що використання цих програм потребує хорошої базової підготовки, яка передбачає читання курсу статистики. Крім того, достатньо багато часу займе вивчення роботи у самій програмі. Найбільш оптимальним варіантом навчання працювати у подібних програмах є організація спеціалізованого курсу “Екологічна статистика” за вибором студента, де б вивчення статистики поєднувалося з виконанням практичних завдань екологічних досліджень та обробки екологічної інформації з використанням такого типу програмного забезпечення.

Цікаві можливості для обробки даних надають комбіновані програмні продукти, прикладом яких є Tableau [9, 14]. Ця програма має багато різноманітних інструментів для роботи з даними, зокрема може легко виконувати операції кластеризації, сегментації, особливо для великої кількості змінних. Інтерактивний і гнучкий інтерфейс Tableau дає користувачам можливість перевіряти різні гіпотези та досліджувати розподіли, наявні серед різних когорт. Функція групування надає можливість створювати спеціальні категорії та встановлювати ієрархії. Групи також можуть допомогти з базовими операціями очищення даних.

Інтерфейс користувача Tableau забезпечує виконання розрахунків і тестування різних сценаріїв опрацювання даних. У програмі можна реалізувати такі види статистичної обробки, як асиметрія, кореляція, коваріація, ексцес, режим, стандартне відхилення тощо, а також статистичні моделі, такі як байєсівські, К-середні, тощо. Усі ці методи забезпечують краще розуміння даних та можливість прогнозування [13].

У Tableau також є інтерактивний і зручний інтерфейс для виконання аналізу часових рядів у Tableau. Ще одна важлива функція аналізу часових рядів у Tableau – прогнозування. Цей аналіз можна виконати кількома клацаннями миші, використовуючи функцію перетягування. Програма також дає змогу будувати різні види діаграм та графіків для візуалізації даних. Цікавою особливістю є можливість створення карт з прив'язкою певного параметра до місця з відповідними географічними координатами. Доцільно зазначити, що інтерфейс програми простий та інтуїтивно зрозумілий. Широкі можливості візуалізації, а також можливість перетягування даних робить користування приємним і зручним. Саме через поєднання простоти та наочності користування програмою можна рекомендувати для навчання працювати з даними у різних навчальних курсах.

Попри те, що можливості візуалізації даних з допомогою карт існує у різних видах програмного забезпечення, найбільш повно ця функція реалізується у геоінформаційних системах. Ці програми дають можливість не тільки відображати дані, але й оцінювати просторове розташування та просторовий розподіл даних. Практично усі геоінформаційні системи дозволяють завантажувати дані з файлів Excel та подібних форматів. Можлива як побудова карт для оцінки розташування, так і застосування кольорової або іншої параметризації, наприклад, для виділення й відображення найбільш забруднених ділянок, оцінки густоти популяцій, ареалів поширення та розв'язання інших прикладних завдань. У курсі “Моделювання та прогнозування стану довкілля” доцільно ознайомити студентів з базовими можливостями ГІС, навчити виконувати прив'язку досліджуваних параметрів до географічних

координат, показати можливості кодування або відобування інформації з карт. Більш детальне вивчення ГІС потребуватиме окремого спеціалізованого курсу [14, 15].

**Висновки.** Навчання аналізувати дані є однією зі складових компетентностей фахівця-еколога, що пов'язані з інформаційним забезпеченням екологічних досліджень. Ці навички забезпечуються у курсах, на яких вивчаються інформаційні технології та моделювання, освоюються навички прогнозування стану довкілля. Навчання аналізу даних зазвичай передбачає їх статистичну обробку та близькі до них завдання. Інші навички роботи з даними студенти можуть отримати, розв'язуючи практичні завдання під час роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням. До таких треба віднести візуалізацію, групування, кластеризацію, прогнозування та просторовий аналіз даних. Набір використовуваних програм має включати Excel, систему комп'ютерної математики та геоінформаційну систему. Завдяки зручності використання до програми підготовки студентів можна включити також вивчення можливостей обробки даних у програмі Tableau. Вивчення спеціалізованого програмного забезпечення для статистичної обробки даних потребує розробки окремого курсу. Детальне вивчення просторового аналізу даних з допомогою ГІС також вимагає окремого курсу через широке коло завдань, що розв'язуються, та значний обсяг часу на вивчення функцій цього типу програмного забезпечення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бабич Т.Ю. Робоча програма навчальної дисципліни “Моделювання і прогнозування стану довкілля” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 101 “Екологія”. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/13644/1/06-11-47.pdf> Work Program Educational Discipline “Modeling and forecasting of the environment” specialty 101 “Ecology”.
2. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів. Запоріжжя : КПУ, 2011. 268 с.
3. Мокін Б.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2018. 84 с.
4. Сеньків В. Організація лабораторного практикуму з дисципліни “Моделювання і прогнозування стану довкілля”. *Молодь і ринок*. 2015. № 9 (195). С. 108–111.
5. Сіренко Л.В. Робоча програма кредитного модуля Моделювання та прогнозування стану довкілля URL: [https://eco-paper.kpi.ua/images/documents/rob\\_navch\\_prog/eco/bak/model\\_ta\\_prognoz\\_stanu\\_dovk.pdf](https://eco-paper.kpi.ua/images/documents/rob_navch_prog/eco/bak/model_ta_prognoz_stanu_dovk.pdf)
6. Стандарт вищої освіти. 101 Екологія. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/101-ekologiya-bakalavr-1.pdf>
7. Benenson I. Geospatial analysis and visualization: keeping pace with the data explosion. *Comput Environ Urban Syst*. 2011. 35:91–92.
8. Goldmajer J. *Advanced Excel Essentials*. Apress Berkeley, 2021. CA

9. Jones B. Communicating data with Tableau. O'Reilly Media, Sebastopol Law M, Collins A Getting to know ArcGIS for desktop, 4th edn. ESRI Press, Redlands 2014.

10. Menke W., Menke J. Environmental Data Analysis with MatLab. Academic Press; 2nd edition. 2016. 342 p.

11. Murray A. Advanced Excel Success. A Practical Guide to Mastering Excel. Apress Berkeley, CA. 2021.

12. Peck G. Tableau 8 the official guide. McGraw-Hill Education, New York. 2014.

13. Szewrański S., Kazak J., Sylla M., Świąder M. Spatial Data Analysis with the Use of ArcGIS and Tableau Systems. In: Ivan, I., Singleton, A., Horák, J., Inspektor, T. (Eds.) The Rise of Big Spatial Data. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer, Cham. 2017. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45123-7\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45123-7_24)

14. Tonny J. Oyana, Florence Margai. Spatial Analysis: Statistics, Visualization, and Computational Methods / CRC Press, Boca Ralton. 2015.

15. Using ArcGIS Geostatistical Analyst / Johnston K., Ver Hoef J., Krivoruchko K., Lucas N. USA : ESRI, 2003. 306 p.

#### REFERENCES

1. Babych, T.Yu. (2019). Robocha prohrama navchalnoi dystsypliny “Modeliuvannia i prohnozuvannia stanu dovkillia” dlia zdobuvachiv vyshchoi osvity pershoho (bakalavrskoho) rivnia spetsialnosti 101 “Ekolohiia” [Work Program Educational Discipline “Modeling and forecasting of the environment” specialty 101 “Ecology”]. Available at: <https://ep3.nuwm.edu.ua/13644/1/06-11-47.pdf> [in Ukrainian].

2. Bakhrushyn, V.Ye. (2011). Metody analizu danykh [Methods of data analysis: a study guide for students]. Zaporizhzhia, 268 p. [in Ukrainian].

3. Mokin, B.V. (2018). Modeliuvannia ta prohnozuvannia stanu dovkillia. Laboratormyi praktykum: navchalnyi posibnyk [Modeling and forecasting of the state of the environment. Laboratory practice: study guide]. Vinnytsia, 84 p. [in Ukrainian].

4. Senkiv, V. (2015). Orhanizatsiia laboratoromoho praktykumu z dystsypliny “Modeliuvannia i prohnozuvannia stanu dovkillia” [Organization of a laboratory practical training on the discipline “Modeling and forecasting the state of the environ-

ment”]. *Youth and market*. No. 9 (195). pp. 108–111. [in Ukrainian].

5. Sirenko, L.V. Robocha prohrama kredytnoho modulua Modeliuvannia ta prohnozuvannia stanu dovkillia [Work program of the credit module Modeling and forecasting of the state of the environment] Available at: [https://eco-paper.kpi.ua/images/documents/rob\\_navch\\_prog/eco/bak/model\\_ta\\_prognoz\\_s\\_tanu\\_dovk.pdf](https://eco-paper.kpi.ua/images/documents/rob_navch_prog/eco/bak/model_ta_prognoz_s_tanu_dovk.pdf) [in Ukrainian].

6. Standart vyshchoi osvity. 101 Ekolohiia [Standard of higher education. 101 Ecology]. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/101-ekologiya-bakalavr-1.pdf> [in Ukrainian].

7. Benenson, I. (2011). Geospatial analysis and visualization: keeping pace with the data explosion. *Comput Environ Urban Syst* 35:91–92 [in English].

8. Goldmajer, J. (2021). *Advanced Excel Essentials*. Apress Berkeley, CA [in English].

9. Jones, B. (2014). *Communicating data with Tableau*. O'Reilly Media, Sebastopol Law M, Collins A. Getting to know ArcGIS for desktop, 4th edn. ESRI Press, Redlands [in English].

10. Menke, W. & Menke, J. (2016). *Environmental Data Analysis with MatLab*. Academic Press; 2nd edition. 342 p. [in English].

11. Murray, A. (2021). *Advanced Excel Success. A Practical Guide to Mastering Excel*. Apress Berkeley, CA [in English].

12. Peck, G. (2014). *Tableau 8 the official guide*. McGraw-Hill Education, New York [in English].

13. Szewrański S., Kazak J., Sylla M. & Świąder M. (2017). Spatial Data Analysis with the Use of ArcGIS and Tableau Systems. In: Ivan, I., Singleton, A., Horák, J., Inspektor, T. (Eds.) *The Rise of Big Spatial Data. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Springer, Cham. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45123-7\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45123-7_24) [in English].

14. Tonny, J. Oyana, Florence Margai (2015). *Spatial Analysis: Statistics, Visualization, and Computational Methods* / CRC Press, Boca Ralton [in English].

15. Using ArcGIS Geostatistical Analyst / [Johnston K., Ver Hoef J., Krivoruchko K., Lucas N.]. USA: ESRI, 2003. 306 p. [in English].

Стаття надійшла до редакції 12.09.2023



“... Один із секретів педагогічної творчості в тому, щоб пробудити у викладача інтерес до пошуку до аналізу власної роботи”.

Василь Сухомлинський  
український педагог, публіцист

“Будь-яке навчання людини, є не що інше, як мистецтво сприяти прагненню природи до свого власного розвитку”.

Йоганн Генріх Песталоцці  
видатний швейцарський педагог-новатор

“Найбільша нагорода за важку працю – це не те, що людина за неї отримує, а те, ким вона стає в процесі цієї роботи”.

Джон Раскін  
англійський письменник, теоретик мистецтва

