

УДК 378: 37.02: 504.03

DOI <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2023-17.16>

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ I-TREE ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ЕКОЛОГІВ

ДУХ ОЛЬГА ІГОРІВНА

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології, екології та методик їх навчання
Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка
olja_dykh@ukr.net
orcid.org/0000-0003-3650-9813

ЦИЦЮРА НЕЛЯ ІВАНІВНА

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології, екології та методик їх навчання
Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка
smaragds@ukr.net
orcid.org/0000-0002-8663-6397

БОНДАР ОЛЕКСАНДР БОГДАНОВИЧ

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри екології та охорони здоров'я
Західноукраїнський національний університет
olexandr.bondar91@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3448-8943

У статті наведено важливість розуміння цінності поняття «екосистемні послуги» для формування фахових компетентностей майбутніх екологів. Під екосистемними послугами розуміють усі корисні ресурси та вигоди, які людина може отримати від природи. Одним з інноваційних підходів для оцінки екосистемних послуг представлено програмне забезпечення i-Tree.

Наведено перелік компетентностей відповідно до Стандарту вищої освіти підготовки бакалаврів зі спеціальності 101 «Екологія», формування яких можна здійснювати за допомогою інструментів i-Tree. Ці інструменти є безкоштовним та доступним програмним додатком, який дає змогу кількісно оцінити переваги та цінність дерев. Ураховуючи освітній потенціал і практично-прикладне значення програмного забезпечення, вивчено можливості використання в освітньому процесі інструментів i-Tree Eco, i-Tree-My Tree, i-Tree Сапору. Представлено досвід роботи із цими інструментами під час викладання таких освітніх компонентів, як «Загальноекологічна практика», «Ландшафтно-екологічна практика», «Екологія людини», «Екологічна освіта і культура».

Уперше проаналізовано досвід використання інструментів i-Tree під час формування фахових компетентностей майбутніх екологів у закладах вищої освіти України.

Легкість та доступність інструментів i-Tree Eco, i-Tree-My Tree, i-Tree Сапору у використанні дають змогу ефективно застосовувати їх в освітньому процесі та поширювати наукові знання щодо екосистемних послуг серед різних цільових груп.

Ключові слова: інструменти i-Tree, екосистемні послуги, фахові компетентності, екологи.

Постановка проблеми. У сучасних умовах антропогенне навантаження на природу наближається до граничної межі її екологічної стійкості, за якою починаються кризові та катастрофічні зміни в природі, що негативно впливають на життєдіяльність людини і суспільства у цілому. В Україні на досягнення сталого розвитку визначаємо провідну цінність

природи у поєднанні з розвитком суспільства. Реалізація ж концепції сталого розвитку людства неможлива без ефективної системи освіти й виховання усіх верств населення. У цьому контексті особливого значення набуває якісна підготовка майбутніх екологів, які здатні до виконання природоохоронних, виконавських, консультативних і комунікативних виробни-

чих функцій із залученням новітніх технологій та інструментів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз правових документів, наукової та методичної літератури свідчить про те, що проблемі екологічної обізнаності людей нині приділяється велика увага, а визначення дієвих шляхів її вирішення є актуальним питанням сьогодення. Так, у «Концепції екологічної освіти в Україні» зазначається, що підготовка громадян із високим рівнем екологічних знань, екологічної свідомості і культури на основі нових критеріїв оцінки взаємовідносин людського суспільства й природи повинна стати одним із головних важелів у вирішенні надзвичайно гострих екологічних і соціально-економічних проблем сучасної України [8]. У Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» (статті 9–12) прописано основні екологічні права й обов'язки громадян та основні законодавчі орієнтири на екологізацію суспільства [10].

Низка науковців та педагогів акцентує увагу на тому, що підготовка фахівця-еколога є одним із найважливіших освітянських завдань, оскільки від її якості та ефективності значною мірою залежатиме майбутнє нашої держави. Для забезпечення успішної його реалізації необхідно розробляти освітні програми відповідно до стандартів та навчальні програми освітніх компонентів згідно з вимогами часу, міжнародними принципами [12; 13; 15].

Сьогодні є значна кількість досліджень, які стосуються становлення, розвитку і сучасного стану професійної підготовки екологів в Україні (Г. Білецька, М. Козяр, М. Купчак та ін.) [2; 7]. Проте ще недостатньо висвітлено можливості використання новітніх технологій та інструментів задля формування фахових компетентностей майбутніх екологів.

Мета статті – розкрити особливості використання інструментів i-Tree для формування фахових компетентностей майбутніх екологів.

Виклад основного матеріалу. Вагомість екосистемних послуг деревних насаджень для суспільства, монетизація цих благ та популяризація знань щодо важливості рослин для комфорту і добробуту людського життя

широко відображаються у вітчизняному та міжнародному науково-інформаційному просторі [1; 3–5]. Зокрема, у Законі України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» зазначено, що «розвиток екосистемних послуг дасть змогу створити можливість для сталого розвитку суспільства та екосистеми, а біологічне різноманіття України, яке надає екосистемі послуги ... повинно бути збереженим, оціненим і відповідним чином відновленим» [9].

Під екосистемними послугами розуміють усі корисні ресурси та вигоди, які людина може отримати від природи [4]. Одним з інноваційних підходів до оцінки частини екосистемних послуг є програмне забезпечення i-Tree. Використовуючи результати вимірювань показників окремих дерев або інвентаризованих ділянок та дані метеорологічних показників досліджуваної території, можна провести оцінку частини екосистемних послуг у відповідних одиницях виміру та здійснити їх монетизацію [5; 21]. Це програмне забезпечення було розроблене Лісовою службою США та її партнерами, а з 2006 р. як мобільний додаток широко використовується у країнах більшості континентів світу.

В Україні програмне забезпечення i-Tree почало використовуватися завдяки проектам Громадської організації «Український екологічний клуб «Зелена хвиля» [11]. Зокрема, за фінансової підтримки розробників продукту i-Tree у США (US Forestry Service International Programs та USAID у партнерстві з Davey Tree Expert Company) у 2023 р. було організовано Всеукраїнську академію i-Tree4UA. Програма Академії включала серію вебінарів, консультаційних зустрічей та самостійної роботи учасників навчання.

Легкість та доступність у використанні інструментів i-Tree дають змогу поширювати наукові знання щодо екосистемних послуг серед зацікавлених осіб та сприяють більшій обізнаності громадськості щодо важливості зелених насаджень у міських екосистемах. У дослідженнях українських науковців і практиків [5] обґрунтовано зручність використання платформи i-Tree Eco для інвентаризації зеле-

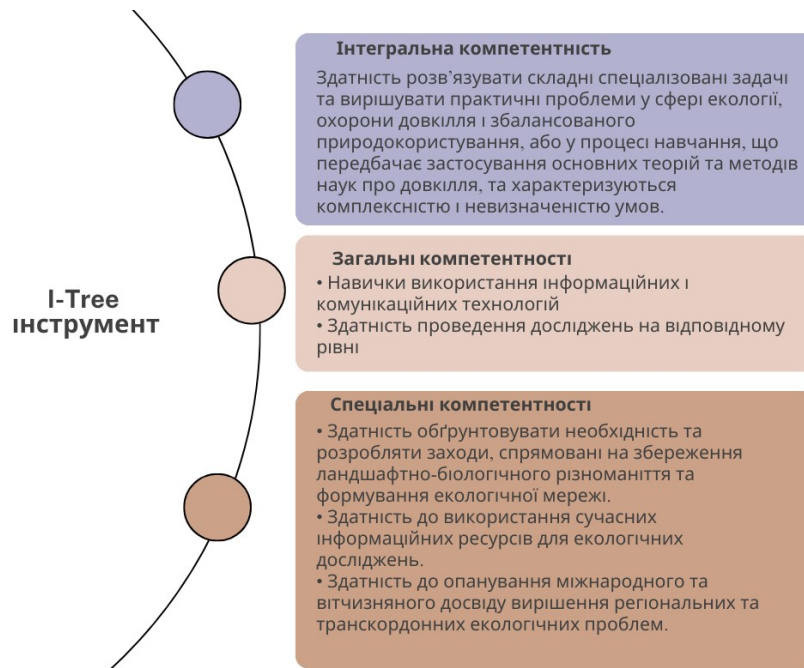


Рис. 1. Використання інструменту i-Tree для формування компетентностей майбутніх фахівців-екологів

них зон міста Києва та представлено перспективи використання цієї платформи. Зокрема, автори вказують на можливості i-Tree:

- оцінювати у грошовому еквіваленті вартість частини екосистемних послуг дерев;
- використовувати телефонні додатки для збору польових даних;
- залучати велику кількість волонтерів до проведення інвентаризації зелених насаджень.

В освітній галузі застосування інструментів i-Tree також знайшло своє місце [16; 19]. Ураховуючи освітній потенціал і практично-прикладне значення програмного забезпечення i-Tree, ми вивчили можливості його використання для формування фахових компетентностей майбутніх екологів. На рис. 1 представлено перелік компетентностей відповідно до Стандарту вищої освіти підготовки бакалаврів зі спеціальності 101 «Екологія» [14], формування яких можна здійснювати за допомогою інструментів i-Tree.

Під час реалізації освітнього процесу за ОП «Екологія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти в Кременецькій обласній гуманітарно-педагогічній академії ім. Тараса Шевченка використовується програмне забезпечення i-Tree. Зокрема, у процесі викладання

нормативних освітніх компонентів «Екологія людини», «Екологічна освіта та культура», «Загальноєкологічна та Ландшафтно-екологічна практики» використовуються версії i-Tree Eco, i-Tree-My Tree, i-Tree Canopy (рис. 2).

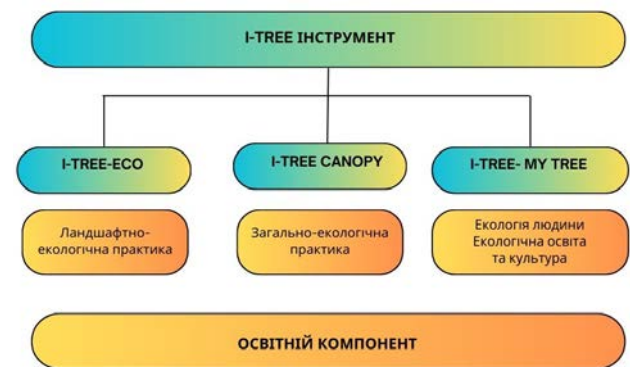


Рис. 2. Використання інструментів i-Tree в освітньому процесі підготовки майбутніх фахівців-екологів

I-Tree Eco – це програмний додаток, призначений для оцінки даних, зібраних з окремих дерев у польових умовах на досліджуваній території, у поєднанні з метеорологічними даними для кількісної та якісної характеристики структури деревних насаджень, їхнього впливу на навколишнє середовище і визначення частки екосистемних послуг [18].

Під час проведення ландшафтно-екологічної навчальної практики студентам пропонується за допомогою i-Tree Eco провести екологічну оцінку стану парку. У процесі польових досліджень студенти визначають показники деревних рослин, зокрема загальну висоту дерева, діаметр та висоту стовбура, ширину крони та відсоток відсутньої її частини, кількість світла, що потрапляє на крону рослини. У звіті, який генерує додаток, представлено характеристику дерев досліджуваної території, покриття зеленими зонами та листову площу, показники частини екосистемних послуг досліджуваних рослин (поглинання та зберігання вуглецю, продукування кисню, запобігання поверхневим стокам), прогнози щодо змін параметрів дерев та площі їх розповсюдження. Отримані результати ефективно можна використати для формування ландшафтно-екологічної оцінки досліджуваної території.

Результати досліджень науковців [1], які оцінювали екосистемні послуги зелених насаджень, указують на перспективність використання інструменту i-Tree Eco, зокрема в контексті екологізації суспільного розвитку.

I-Tree – My Tree – це інструмент, який створює простий звіт із кількісним визначенням переваг існуючих дерев на певній території [17]. Завдяки простому у використанні інтерфейсу цей інструмент охоплює ширшу аудиторію, ніж більш складні інструменти i-Tree, тому його рекомендують для використання в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти [6]. Для роботи із цим інструментом потрібно вказати координати дерева (на карті в додатку), його вид, діаметр стовбура (або окружність), стан рослини, освітленість та відстань до найближчих будівель. Після обробки внесених даних генерується звіт про частину екологічних послуг досліджуваного дерева в одиницях вимірів та грошовому еквіваленті. Показники, які формуються у звіті, дають змогу оцінити послуги дерева за один рік та здійснити прогноз за 20 років. Дані, які генерує цей додаток, варто розміщувати на інформаційних таблицях поряд із деревами, що сприяє поширенню інформації про екосистемні послуги дерев та збереженню даних видів (рис. 3).

Під час вивчення ОК «Екологія людини» у здобувачів освіти формуються знання щодо оцінки ризиків для здоров'я населення від забруднення довкілля, зумовленого антропогенним впливом, та управління цими ризиками. Вивчаючи тему «Вплив техногенних забруднювачів на організм», розглядають особливості міграції елементів-забруднювачів, шляхи їх надходження в організм людини та вивчають можливості зелених насаджень в очищенні повітря. Зокрема, за допомогою i-Tree – My Tree демонструють можливості дерев поглинати CO₂ та накопичувати вуглець, затримувати дощові опади, очищати повітря від забруднювачів, таких як CO; NO₂; SO₂; O₃; тверді частинки (PM_{2,5}).

Вивчаючи ОК «Екологічна освіта і культура», зокрема тему «Система громадського екологічного управління», здобувачі освіти вивчають особливості формування інструментів громадянської науки і можливості використання i-Tree для формування громадського активізму щодо збереження зелених насаджень. А під час проведення практичної роботи «Інноваційні підходи до організації освіти для сталого розвитку» здобувачам освіти пропонується розробити освітній захід із використанням інструменту i-Tree – My Tree.

I-Tree Canopy – це інструмент, який допомагає класифікувати ґрунтовий та деревний покриви на певній території за допомогою вибірки аерофотознімків. I-Tree Canopy випадковим чином генерує вибіркові точки та масштабує кожну з них, щоб можна було вибрати із запропонованого списку типів покриття необхідний для даного місця [20]. Пропонується генерувати від 500 до 1 000 точок для точнішої оцінки покриття конкретної досліджуваної області.

Під час проведення загальноекологічної навчальної практики здобувачі освіти досліджують стан урбанізованих територій, а також антропогенний вплив на біоценози. Використовуючи програмне забезпечення i-Tree Canopy, студенти отримують згенерований звіт щодо досліджуваної території, де зазначено співвідношення різних класів покриття на ділянці, переваги крон дерев в очищенні повітря, накопиченні вуглецю та регуляції водного стоку.

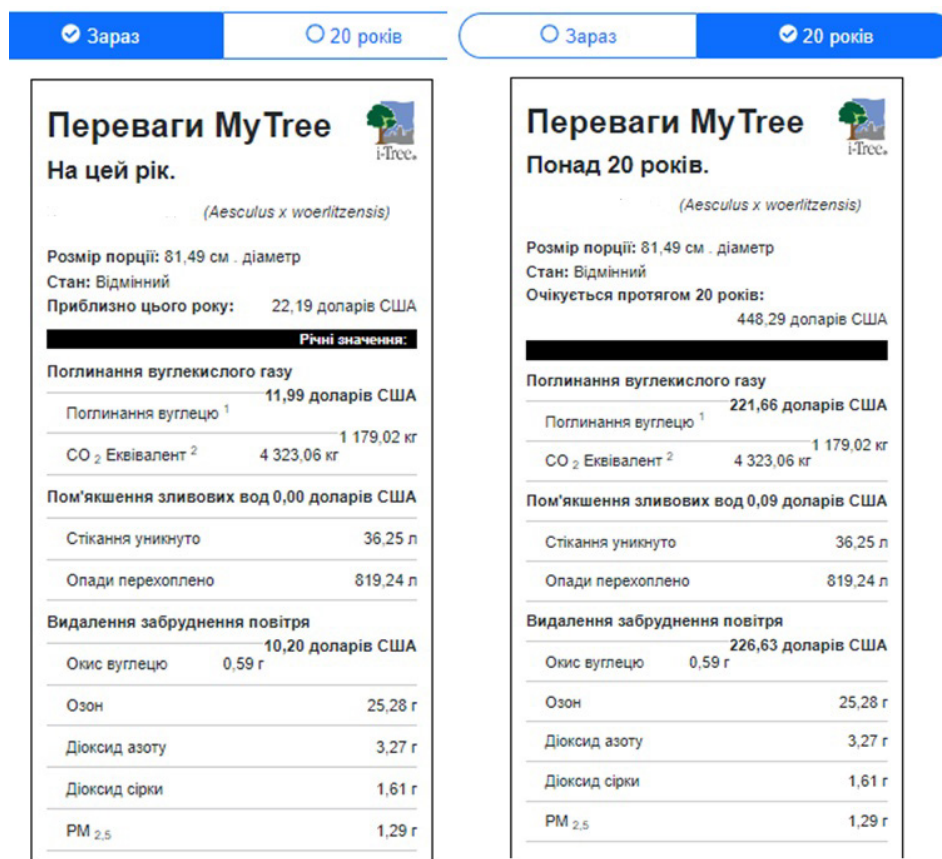


Рис. 3. Звіт щодо екосистемних послуг *Aesculus x woerlitzensis*, згенерований із використання інструменту i-Tree – My Tree

Висновки. Підсумовуючи, варто зазначити, що використання програмного забезпечення i-Tree є ефективним освітнім інструментом формування фахових компетентностей майбутніх екологів. Переконані, що фахівець, який уміло використовує інструменти i-Tree та здатний генерувати креативні ідеї, зможе встановити відповідні пріоритети у збереженні біорізноманіття та запропонувати

природоорієнтовані управлінські рішення на регіональному та національному рівнях.

Ураховуючи, що інструменти i-Tree є безкоштовним та доступним програмним додатком, який дає змогу кількісно оцінити переваги та цінність дерев, його можна ефективно використовувати для поширення громадської обізнаності щодо важливості екосистемних послуг.

ЛІТЕРАТУРА

1. Оцінювання екосистемних послуг зелених насаджень із використанням інструменту i-Tree Eco / Д. І. Бідолах та ін. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2023. № 33(2). С. 7–13. <https://doi.org/10.36930/40330201>.
2. Білецька Г. А. Становлення професійної екологічної освіти в Україні. *Наукові записки ТНПУ імені Володимира Гнатюка. Серія «Педагогіка»*. 2011. № 5. С. 55–60.
3. Варуха А. Огляд підходів з оцінки екосистемних послуг через призму їх застосування для визначення збитків, завданих військовими діями рф та території України / за заг. ред. О. Кравченко. Львів : Манускрипт, 2022. 56 с.
4. Василюк О., Ільмінська Л. Екосистемні послуги. Огляди. Екол. дослідн. ст. «Глибокі Балики», Ржищів. громада, Фонд захисту «Біорізноманіття України», Ukrainian nature conservation group (UNCG). Київ : Фонд захисту біорізноманіття України, 2020. 77 с.

5. Забарна О. Г., Скок А. В., Триліс Д. О., Халаїм О. О. Можливості прозорої партисипативної та дієвої інвентаризації зелених зон Києва задля адаптації міста до зміни клімату. *Збереження рослин у зв'язку зі змінами клімату та біологічними інвазіями* : матеріали Міжнар. наук. конф., м. Біла Церква, 31 березня 2021 р. Біла Церква : Білоцерківдрук, 2021. С. 50–55.
6. Козак О. Ми і дерева : посібник. Вінниця : ТВОРИ, 2023. 32 с.
7. Козяр М. М., Купчак М. Я. Підготовка екологів до професійної діяльності як педагогічна проблема. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. 2017. Вип. 12. С. 31–35.
8. Про концепцію екологічної освіти в Україні : Закон України / Рішення колегії МОНУ № 13/6-19 від 20.12.2001. URL: <http://consultant.parus.ua/?doc=01E1O32CC0> (дата звернення: 10.11.2023).
9. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 10.11.2023).
10. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.02.1994 № 4041-12, зі змінами та доповненнями. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 10.11.2023).
11. Проект i-Tree4UA. URL: <https://ecoclubua.com/activities/current/i-tree4ua/> (дата звернення: 10.11.2023).
12. Семерня О. М. Формування професійних компетентностей екологів : монографія. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2020. 253 с.
13. Смоляр Н. О., Ханнанова О. Р. Концепція підготовки фахівців у галузі екології у Полтавському національному педагогічному університеті імені В.Г. Короленка. *Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі (XXI Каришинські читання)* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Полтава, 2014. С. 228–231.
14. Стандарт вищої освіти підготовки бакалавра зі спеціальності 101 «Екологія». СВО-2018. Київ : МОН України, 2018. 19 с.
15. Ханнанова О. Р. Формування фахових компетентностей у студентів-екологів під час вивчення дисципліни «Вступ до фаху». *Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі (XXVII Каришинські читання)* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Полтава : Аструя, 2020. С. 380–381.
16. Abood, Margaret M. i-Tree Landscape: A Case Study in Best Practices for Education and Dissemination for Multiple User Groups. *DePaul Discoveries*. 2018. V.7, Article 8. P. 1–14.
17. Chesapeake Bay Climate Adaptation Toolbox. i-Tree: Mytree. URL: <https://www.marisa.psu.edu/collection/page-tool57.1/> (дата звернення: 10.11.2023).
18. I-Tree Eco. URL: <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco> (дата звернення: 10.11.2023).
19. Teaching with I-Tree. URL: www.plt.org/curriculum/teaching-with-itree/ (дата звернення: 10.11.2023).
20. Welcome to I-Tree Canopy! URL: <https://canopy.itreetools.org/> (дата звернення: 10.11.2023).
21. What is i-Tree? URL: <https://www.itreetools.org/about> (дата звернення: 10.11.2023).

USE OF I-TREE TOOLS FOR FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF FUTURE ENVIRONMENTAL SCIENTISTS

DUKH OLHA IHORIVNA

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at the Department of Biology, Ecology and their Teaching Methods
Kremenets Taras Shevchenko Regional Academy of Humanities and Pedagogy

TSYTSIURA NELIA IVANIVNA

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at the Department of Biology, Ecology and their Teaching Methods
Kremenets Taras Shevchenko Regional Academy of Humanities and Pedagogy

BONDAR OLEKSANDR BOHDANOVYCH

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at the Department of Ecology and Health Care
West Ukrainian National University

Introduction. *In modern conditions, the anthropogenic burden on nature is approaching the limit of its environmental sustainability, which is followed by crisis and catastrophic changes in nature that negatively*

affect human life and society as a whole. Implementation of the concept of sustainable development of mankind is impossible without an effective system of education and upbringing of all segments of the population. In this context, the quality training of future ecologists capable of performing environmental, executive, advisory and communicative production functions with the use of the latest technologies and tools is of particular importance.

Purpose. To reveal the peculiarities of using i-Tree software for the formation of professional competences of future ecologists.

Methods. Theoretical (analysis, synthesis, comparison, generalization), empirical (methods of data collection and accumulation, description, development of practical recommendations).

Results. The importance of understanding the value of the concept of «ecosystem services» for the formation of professional competencies of future ecologists is given. Ecosystem services are understood as all the useful resources and benefits that a person can get from nature. i-Tree software is one of the innovative approaches for evaluating ecosystem services.

The list of competences in accordance with the Standard of Higher Education for Bachelor's Degree in Ecology, which can be formed using i-Tree tools, is presented. These tools are a free and affordable software application that allows you to quantify the benefits and value of trees. Taking into account the educational potential and practical significance of the software, the possibilities of using the tools of i-Tree Eco, i-Tree - My Tree, and i-Tree Canopy in the educational process have been studied. The experience of working with these tools while teaching such educational components as General Environmental Practice, Landscape and Environmental Practice, Human Ecology, Environmental Education and Culture is presented.

Originality. The experience of using i-Tree tools in the formation of professional competences of future ecologists in higher education institutions of Ukraine is analysed for the first time.

Conclusion. The ease and affordability of the i-Tree Eco, i-Tree-My Tree, and i-Tree Canopy tools allows to be effectively used in the educational process and to disseminate scientific knowledge about ecosystem services to various target groups.

Key words: i-Tree tools, ecosystem services, professional competences, ecologists.

REFERENCES

1. Bidolakh, D.I., Vasylyshyn, R.D., Myroniuk, V.V., Kuzovych, V.S., & Pidkhovna, S.M. (2023). Otsiniuvannya ekosystemnykh posluh zelenykh nasadzen z vykorystanniam instrumentu i-Tree Eco [Assessment of ecosystem services of green spaces using the i-Tree Eco tool]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 33(2). 7–13. <https://doi.org/10.36930/40330201> [in Ukrainian].
2. Biletska, H.A. (2011). Stanovlennia profesiinoi ekolohichnoi osvity v Ukraini [Development of professional environmental education in Ukraine]. *Naukovi zapysky TNPU imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriya Pedagogika*. 5. 55–60 [in Ukrainian].
3. Varukha, A. (2022). Ohliad pidkhodiv z otsinky ekosystemnykh posluh cherez pryzmu yikhnoho zastosuvannya dlia vyznachennia zbytkiv, zavdanykh viiskovymy diiamy rf ta terytorii Ukrainy [An overview of approaches to the assessment of ecosystem services through the prism of their application to determine the damage caused by the military actions of the russian federation and the territory of Ukraine]. (Kravchenko, O. Eds.). Lviv : Kompaniia «Manuskrypt» [in Ukrainian].
4. Vasyliuk, O., & Ilminska, L. (2020). Ekosystemni posluhy. Ohliady [Ecosystem services. Reviews]. Kyiv : Fond zakhystu bioriznomanittia Ukrainy [in Ukrainian].
5. Zabarna, O.H., Skok, A.V., Trylis, D.O., & Khalaim, O.O. (2021). Mozhlyvosti prozoroi partysypatyvnoi ta diievoi inventeryzatsii zelenykh zon Kyieva zadlia adaptatsii mista do zminy klimatu [Possibilities of a transparent, participatory and effective inventory of Kyiv's green zones for the city's adaptation to climate change]. *Zberezhenia roslin u zviazku zi zminamy klimatu ta biolohichnymy invaziiami: materialy Mizhnar. nauk. konf.*, (pp. 50–55). m. Bila Tserkva, Bila Tserkva: TOV «Bilotserkivdruk» [in Ukrainian].
6. Kozak, O. (2023). *My i dereva [We and the trees]*. Vinnytsia: TVORY [in Ukrainian].
7. Koziar, M.M., & Kupchak, M.Ya. (2017). Pidhotovka ekolohiv do profesiinoi diialnosti yak pedagogichna problema [Preparation of ecologists for professional activity as a pedagogical problem]. *Profesiina osvita : problemy i perspektyvy* : zb. nauk. prats. Kyiv. 12. 31–35 [in Ukrainian].
8. Pro kontseptsiuu ekolohichnoi osvity v Ukraini: Zakon Ukrainy / Rishennia kolehii MONU № 13/6-19 vid 20.12.2001 [On the concept of environmental education in Ukraine: Law of Ukraine / Decision of the board of the Ministry of Education and Culture No. 13/6-19 dated 20.12.2001]. Retrieved from: <http://consultant.parus.ua/?doc=01E1O32CC0> (data zvernennia: 10.11.2023) [in Ukrainian].
9. Pro Osnovni zasady (stratehiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku: Zakon Ukrainy vid 28.02.2019 № 2697-VIII [On the Basic principles (strategy) of the state environmental policy of Ukraine for the period until 2030: Law of Ukraine dated February 28, 2019 No. 2697-VIII].

- Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (data zvernennia: 10.11.2023) [in Ukrainian].
10. On environmental protection: Law of Ukraine dated February 25, 1994 No. 4041-12 with amendments and additions [Pro okhoronu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha: Zakon Ukrainy vid 25.02.1994 r. № 4041–12 zi zminamy ta dopovnenniam]. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (data zvernennia: 10.11.2023) [in Ukrainian].
 11. Proiekt i-Tree4UA [Proiekt i-Tree4UA]. Retrieved from <https://ecoclubua.com/activities/current/i-tree4ua/> (data zvernennia: 10.11.2023).
 12. Semernia, O.M. (2020). *Formuvannia profesiinykh kompetentnostei ekolohiv [Formation of professional competences of ecologists]*. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka [in Ukrainian].
 13. Smoliar, N.O., & Khannanova, O.R. (2014). Kontsepsiia pidhotovky fakhivtsiv u haluzi ekolohii v Poltavskomu natsionalnomu pedahohichnomu universyteti imeni V. H. Korolenka [The concept of training specialists in the field of ecology at the Poltava National Pedagogical University named after V.H. Korolenka]. *Metodyka navchannia pryrodnychychk dystsyplin u serednii ta vyshchii shkoli (XXI Karyshynski chytannia): materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf.* Poltava, pp. 228–231 [in Ukrainian].
 14. Standart vyshchoi osvity pidhotovky bakalavra z spetsialnosti. 101 «Ekolohiia». SVO-2018 (2018). [The standard of higher education for bachelor's training in a specialty. 101 «Ecology». SVO-2018]. K.: MON Ukrainy. 19 s. [in Ukrainian].
 15. Khannanova, O.R. (2020). Formuvannia fakhovykh kompetentnostei u studentiv-ekolohiv pid chas vyvchennia dystsypliny «Vstup do fakhu» [The formation of professional competences among environmental students during the study of the discipline «Introduction to the profession»]. *Metodyka navchannia pryrodnychychk dystsyplin u serednii ta vyshchii shkoli (XXI Karyshynski chytannia): materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf.*, pp. 380–381. Poltava : Astraia [in Ukrainian].
 16. Abood, Margaret M. (2018). I-Tree Landscape: A Case Study in Best Practices for Education and Dissemination for Multiple User Groups. *DePaul Discoveries*. V.7, Article 8. R. 1–14 [in English].
 17. Chesapeake Bay Climate Adaptation Toolbox. i-Tree: Mytree. Retrieved from: <https://www.marisa.psu.edu/collection/page-tool57.1/> (data zvernennia: 10.11.2023) [in English].
 18. I-Tree Eco. Retrieved from: <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco> (data zvernennia: 10.11.2023) [in English].
 19. Teaching with I-Tree. Retrieved from: www.plt.org/curriculum/teaching-with-itree/ (data zvernennia: 10.11.2023) [in English].
 20. Welcome to I-Tree Canopy! Retrieved from: <https://canopy.itreetools.org/> (data zvernennia: 10.11.2023) [in English].
 21. What is i-Tree? Retrieved from: <https://www.itreetools.org/about> (data zvernennia: 10.11.2023) [in English].