

## ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ДОСЛІДЖЕННІ СИСТЕМ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Одним із сучасних напрямів використання засобів штучного інтелекту є екологічні дослідження. В роботі розглянуто проблему застосування методів машинного навчання в дослідженні систем розвитку екологічної свідомості студентів закладів вищої освіти. З цією метою було проведено опитування студентів закладів вищої освіти з питань визначення екофобних установок. Із застосуванням кластеризаційних методів машинного навчання були виділені кластери респондентів з характерними ознаками екофобних установок і уявлень які відображають відповідні тенденції, були системними і атрибутивними для попередньої індустріальної епохи.

**Ключові слова:** штучний інтелект, машинне навчання, кластерний аналіз, екологічна свідомість, екофобні установки і уявлення.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** В умовах прискореної еволюції суспільства технології штучного інтелекту надають широкі можливості для проведення досліджень, вирішення складних задач і проблем в усіх сферах діяльності людини. Їх стрімке впровадження в галузь екологічних досліджень покликане сприяти розв'язуванню багатьох питань сталого розвитку. Екологічна свідомість людини, особливо, молодого покоління, є одним з визначальних факторів реалізації цілей сталого розвитку включаючи збереження біологічного різноманіття та геобіоценозів, мінімізація екологічного сліду та забруднення довкілля, а також профілактика поширення інфекцій й ін. Тому визначення груп респондентів з характерними ознаками екофобних установок і уявлень надасть можливість прогнозувати і мінімізувати негативний вплив психологічних, управлінських і соціокультурних чинників на біосферу, а також сприяти формуванню екологічної свідомості, включаючи розвиток ціннісного ставлення до природи Землі.

**Аналіз сучасних досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день різні питання використання засобів штучного інтелекту, зокрема, машинного навчання, в екологічних дослідженнях розглядали вітчизняні та зарубіжні науковці М. Ріо, Б. Ангелов, А. Джахані, В. Чен, С. Удовенко, Л. Чала й ін. [1; 2; 3; 4].

Вони підкреслюють переваги застосування таких засобів у моделюванні екологічних систем, прогнозуванні їх поведінки, розробки систем підтримки прийняття рішень, геосистем й ін.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Водночас питання використання засобів штучного інтелекту в дослідженні систем розвитку екологічної свідомості людини в науковій літературі висвітлені недостатньо. Проблематика застосування машинного навчання в педагогічних системах спрямованих на розвиток екологічної свідомості студентів закладів вищої освіти, зокрема, питання вивчення екофобних установок, уявлень і тенденцій, а також їх профілактики досліджена недостатньо.

**Цілі статті.** Розробка методологічних підходів до використання засобів штучного інтелекту в дослідженні систем розвитку екологічної свідомості студентів закладів вищої освіти, зокрема, застосування кластеризаційних методів машинного навчання у дослідженні їх екофобних установок, уявлень і тенденцій,

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як засіб штучного інтелекту, в нашому дослідженні ми використали машинне навчання. Зокрема були застосовані кластеризаційні методи машинного навчання. На основі аналізу алгоритмів нами були обрані алгоритми кластеризації: ймовірнісної оцінки максимальної схожості (Expectation Maximization); на основі центротів (K-Means, Farthest First) (рис. 1, 2, 3).

0. **Initialization:** Get an initial estimate for parameters  $\theta^0$  (e.g. all the  $\mu_k$ ,  $\sigma_k^2$ , and  $\pi$  variables). In many cases, this can just be a random initialization.
1. **Expectation Step:** Assume the parameters ( $\theta^{t-1}$ ) from the previous step are fixed, compute the expected values of the latent variables (or more often a function of the expected values of the latent variables).
2. **Maximization Step:** Given the values you computed in the last step (essentially known values for the latent variables), estimate new values for  $\theta^t$  that maximize a variant of the likelihood function.
3. **Exit Condition:** If likelihood of the observations have not changed much, exit; otherwise, go back to Step 1.

Рис. 1. Алгоритм Expectation Maximization [5]

**Require:**  $c$  – number of clusters  
**Initialization:** Randomly select  $c$  points that will be cluster centroids for first iteration.  
**repeat**  
     Assign each observation from the to the cluster with the nearest centroid. Recalculate cluster centroids taking into consideration the current observation distribution.  
**until** Until the structure stabilizes or the condition for stopping the algorithm is fulfilled (e.g. maximal number of iterations)

Рис. 2. Алгоритм K-Means [6]

```

Input:  $n$  data points with a distance metric  $d(\cdot, \cdot)$ .

Pick a point and label it 1.

For  $i = 2, 3, \dots, n$ 
    Find the point furthest from  $\{1, 2, \dots, i - 1\}$  and label it  $i$ .
    Let  $\pi(i) = \arg \min_{j < i} d(i, j)$ .
    Let  $R_i = d(i, \pi(i))$ .

```

Рис. 3. Алгоритм Farthest First [7]

У дослідженні нами використане вільне програмне забезпечення для машинного навчання WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) [8], в якій забезпечено можливості прямого доступу до бібліотек реалізованих алгоритмів на мові Java. Як індекси якості для тестування були обрані Dunn, DB, CDbw and S\_Dbw. За допомогою даних індексів визначено оптимальну кількість кластерів – 3.

В дослідженні брали участь 226 студентів різних спеціальностей закладів вищої освіти України. Нами був розроблений тест “Екофобної свідомості індустріальної епохи” Федорця-Клочко. Метою проведення даного опитування було виявлення на рівні “побутової свідомості” установок, уявлень і тенденцій, та визначальних екологічних цінностей і їх антиподів – антицінностей.

Екофільними цінностями в даному тесті виступають царство рослин і тварин та “неповторні” автентичні ландшафти Землі, включаючи, наприклад, болота, та світ в цілому. Антицінності типові для індустріальної епохи представлені у форматі експансивного росту і примітивних та прагматичних уявлень про корисне і шкідливе для людини і для людства. Акцент при репрезентації антицінностей робиться на ідеї “колективного блага” (системи типових ідеологем характерних для тоталітарних суспільств) у формі забезпечення продуктами харчування, “загального блага”. Контекстуально, також актуалізується ідея ворога у формі “шкідливих тварин і рослин”, “некорисних” ландшафтів – “землі дикої природи”, “болота”. Вказані антицінності відображають архетипічний рівень свідомості з відповідними архетипами “Воїна” у формі війни з природою, страх невідомого і хаосу – “болото”, “дика природа”. Екофільні цінності сформовані на основі архетипу гармонії і ідеї Нусу (дав. грец. νοῦς – Розуму). Ці екофільні цінності в цілому є більш складними і відповідно потребують певного рівня когнітивності, розсудливості, поміркованості та духовності. Зрозуміти доцільність болота складніше ніж побачити в ньому “набір” нечистот, вологи і “страшних” тварин ті хвороботворних бацил.

Тест “Екофобної свідомості індустріальної епохи” названий для ілюстрації типового “екофобного духу”, психологічних установок і спрямованостей індустріальної епохи – з її “безкраїми” полями, поворотом рік, техногенними катастрофами, тобто, тотальним перетворення природи в товар, в продукт і її споживання. Екофобний дух і відповідні тенденції індустріальної епохи в силу інерційності соціокультурних процесів продовжують існувати в сучасних реаліях постмодерну. Тому метою тесту є визначення вказаних екофобних установок, уявлень і тенденцій як окремих осіб так і в колективній свідомості.

*Тест “Екофобної свідомості індустріальної епохи”.*

1. Є шкідливі тварини і рослини яких потрібно знищувати, щоб природа була окультурена і розвивалася для блага людини? (Так/Ні/Не знаю)
2. Болота по можливості потрібно осушувати, щоб було більше земель і в болотах не розводилися шкідливі мікроорганізми і тварини? (Так/Ні/Не знаю) Світ створений для забезпечення потреб людства? (Так / Ні / Не знаю)
3. Світ створений для забезпечення потреб людства? (Так / Ні / Не знаю)
4. Щоб забезпечити людство продуктами харчування потрібно відвойовувати землі для сільськогосподарських угідь в дикій природі. Це є показником розвитку цивілізації? (Так / Ні / Не знаю)
5. Дикі рослини і тварини, які не можна використати в їжу і для потреб промисловості є не потрібними і займають місце в природі, на якому могли би бути корисні види? (Так / Ні / Не знаю)

**Висновки і перспективи подальшої роботи над даною проблематикою.**

1. Виділено 3 кластери відповідно до домінуючих ознак екофобних установок, цінностей та тенденцій респондентів: перевага екологічних антицінностей 75 респондентів (домінування позитивних відповідей на питання 2-5); перевага екологічних цінностей - 109 (домінування позитивних відповідей на питання 2-5); домінантні ознаки не діагностовано – 42 (переважають питання 4-5, на які респонденти не могли надати чітку відповідь).

2. Вказані дані вказують про наявність екофобних аспектів свідомості (цінностей, установок, тенденцій), що ми пояснюємо інерційними процесами в культурі, а також недостатнім формуванням екологічної свідомості у середній і вищій школі та в засобах масової інформації.

**Перспективи подальших досліджень.** Плануємо продовжити дослідження в даному напрямі в контексті панорамного виявлення домінуючих архетипів і тенденцій в культурі, які мають як екофобне так і екофільне спрямування.

**Список використаних джерел**

1. Ryo M., Angelov B., Mammola S., Kass J.M., Benito B.M., & Hartig, F. (2021). Explainable artificial intelligence enhances the ecological interpretability of black-box species distribution models. *Ecography*, 44(2), 199-205.
2. Jahani A., Kalantary S., & Alitavoli A. (2021). An application of artificial intelligence techniques in prediction of birds soundscape impact on tourists' mental restoration in natural urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening*, 61, 127088.
3. Chen W., Li N., & Liu Y. (2021). Urban Resources, Environment, and Ecology (UREE) Big Data Platform: Construction and Application. In *China's e-Science Blue Book 2020* (pp. 427-441). Springer, Singapore.

4. Удовенко С.Г., Чала Л.Е., Гриньова О.Є. & Яричкіна Т. С. (2020). Екологічний моніторинг ландшафтних ділянок з використанням регуляризованих штучних нейронних мереж. *Біоніка інтелекту*, 1(94), 13-22.
5. B. Keng, The expectation-maximization algorithm, 2016. URL: <http://bjlkeng.github.io/posts/the-expectation-maximization-algorithm>.
6. G.S. Linoff, M.J. Berry. Data mining techniques: for marketing, sales, and customer relationship management. John Wiley & Sons, 2011.
7. S. Dasgupta, P.M. Long. Performance guarantees for hierarchical clustering, *Journal of Computer and System Sciences* 70 (2005) 555 – 569. doi:10.1016/j.jcss.2004.10. 006, special Issue on COLT 2002.
8. WEKA. The workbench for machine learning, 2021. URL: <https://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka>.

УДК 504+378

**Максименко Н.В.**, д. геогр. н., професор,  
завідувач кафедри екологічного моніторингу і заповідної справи  
ННІ екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

## ОСВІТНЯ ПРОГРАМА “ЗАПОВІДНА СПРАВА” У КАРАЗІНСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

*Наведено основну інформацію щодо здійснення підготовки бакалаврів і магістрів за ОП “Заповідна справа” у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна. Висвітлено передумови відкриття цієї освітньої програми, навчально-методичне, наукове та організаційне супроводження та проблеми, з якими стикається ЗВО. Окреслено можливі шляхи покращення ситуації з набором на навчання за ОП “Заповідна справа” спеціальності 101 “Екологія”.*

**Ключові слова:** освітня програма, заповідна справа, бакалавр, магістр, навчально-методичний комплекс, план, дисципліна.

В Навчально-науковому інституті екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна з 2019 року здійснюється набір бакалаврів і магістрів на освітню програму “Заповідна справа” в рамках спеціальності 101 “Екологія”. До основних передумов започаткування підготовки за цією освітньою програмою є:

- перелік спеціальностей 2015 року, у якому була однойменна спеціальність;
- розроблений Галузевий стандарт вищої освіти України за спеціальністю “Заповідна справа”, керівником групи розробників якого була авторка тез [1];
- умови асоціації з ЄС, згідно якої наша країна взяла зобов’язання розбудови екологічної мережі, для чого необхідно мати фахівців відповідної кваліфікації.

Випусковою кафедрою екологічного моніторингу і заповідної справи розроблено повне навчально-методичне забезпечення для бакалаврату та магістратури денної і заочної форми навчання, у т.ч: навчальні та робочі плани, НМК нових 29 нормативних та вибіркових дисциплін для бакалаврів і 18 – для магістрів.

Оскільки відкриттю ОП передувала підготовка за спеціалізацією “Заповідна справа”, для проведення навчальних, виробничої, науково-виробничої і переддипломної практики укладено низку договорів з профільними установами:

- Державна екологічна інспекція;
- ННЦ “Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського”;
- Укр.НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Висоцького
- НПП “Слобожанський” та інші об’єкти ПЗФ;
- Інститут екології Карпат НАН України;
- Зоопарки, тощо.

Навчання за ОП “Заповідна справа” передбачає участь у виконанні міжнародних проєктів за якими студенти слухають лекції європейських вчених, беруть участь у тренінгах. В останні роки реалізуються проєкти Еразмус+ та Міжнародного Вишеградського фонду, що повністю або частково охоплюють тематику ОП. Наприклад: Проєкт Еразмус+ “INTENSE: Комплексна докторська програма з екологічної політики, менеджменту природокористування та техноекології”; Проєкт Міжнародного Вишеградського фонду “Політичні та економічні аспекти збереження біорізноманіття у країнах Вишеградської групи - V4”.

Для презентації результатів наукових досліджень студентів та викладачів, кафедрою екологічного моніторингу і заповідної справи з 2021 року започатковано Міжнародну інтернет – конференцію “Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи”. Крім того, регулярно проводяться традиційні багаторічні конференції та презентуються роботи на наукових зібраннях в інших установах.

Оскільки до заснування освітньої програми студенти набували знань в межах спеціалізації “Заповідна справа”, вже є певний досвід працевлаштування випускників у заповідниках (у т.ч. за межами України), національних природних парках, органах державного управління в галузі екології та природозаповідання, профільних науково-дослідних установах та подальшого навчання в аспірантурі нашого університету та споріднених закладів.

У той же час, є низка проблем, що не дозволяють повною мірою використати науковий потенціал університету для забезпечення потреб країни у фахівцях радкісної кваліфікації: “Бакалавр (Магістр) з екології. Заповідна справа”.

По-перше, це відсутність державної підтримки взагалі спеціальності 101 “Екологія” та ОП “Заповідна справа”, зокрема, оскільки на місця виділеного університетом ліцензійного обсягу в межах спеціальності практично не нада-