

## АКТУАЛЬНІСТЬ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У НАВЧАННІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-ЕКОЛОГІВ

### RELEVANCE OF FORMATION OF MATHEMATICAL COMPETENCE IN THE FUTURE ENVIRONMENTAL SPECIALISTS' STUDIES

Зміст екологічної освіти сьогодення формується на державному рівні завдяки творчій роботі широкого кола вітчизняних та міжнародних науковців і фахівців-практиків. Екологічна освіта, з одного боку спрямована на формування моральних норм суспільної поведінки, відповідальності людей за стан довкілля, з іншого – на одержання спеціальних знань і практичних навичок у напрямку екологічної безпеки та забезпечення якісного стану навколишнього середовища. Підготовка спеціалістів захисту довкілля передбачає не тільки досягнення відповідного рівня екологічних знань майбутніх екологів, а й математичного підґрунтя прикладного спрямування.

Усвідомлюючи складність і масштабність цілей у сфері охорони довкілля, науковці розуміють необхідність не тільки критичного оцінювання поточної якості довкілля, а й точного прогнозування стану природних ресурсів в майбутньому для можливого існування людства в умовах глобальних загроз природного і техногенного характеру.

Глибоким проникненням математичних методів дослідження характеризується еволюція сучасної екологічної освіти. Повною мірою це стосується дисциплін, що розвиваються на межі кількох наукових напрямів. Еколог не тільки повинен мати добру гуманітарну, соціально-економічну та природничу підготовку, а й володіти необхідними базовими знаннями з вищої математики та сучасних методів обробки інформації. Ґрунтовна математична підготовка дозволить майбутнім екологам, застосовуючи математичні методи, використовувати математичні моделі на практиці та розв'язувати дедалі ширше коло екологічних проблем. На такому підході наголошується не лише в стандартах вищої освіти для ступенів бакалавра та магістра, а й у прийнятому 4 травня 2022 року професійному стандарті. В статті проаналізована актуальність формування математичної компетентності майбутніх фахівців-екологів відповідно до стандартів вищої освіти та професійного стандарту.

**Ключові слова:** математична компетентність, стандарт вищої освіти, професій-

ний стандарт, фахівець-еколог, екологія, освіта.

The content of environmental education is formed today at the state level thanks to the creative work of a wide range of domestic and international scientists and practicing professionals. On the one hand, environmental education is aimed at the formation of moral norms of social behavior, people's responsibility for the state of the environment; on the other hand, it's aimed at the obtaining special knowledge and practical skills in the direction of environmental safety and ensuring the quality of the environment. The teaching of environmental protection specialists implies not only the achievement of an appropriate level of future ecologists' environmental knowledge, but also the mathematical basis of the applied direction.

Realizing the complexity and scale of environmental protection goals, scientists understand the necessity not only to critically assess the current quality of the environment, but also to accurately predict the state of natural resources in the future for the possible existence of humanity under the conditions of global threats of natural and technogenic nature.

The evolution of modern environmental education is characterized by a deep penetration of mathematical research methods. This fully applies to disciplines that develop on the border of several scientific areas. An ecologist should not only have a good humanitarian, socio-economic and natural background, but also have the necessary basic knowledge of higher mathematics and modern methods of information processing. Thorough mathematical background will allow future ecologists, using mathematical methods, to use mathematical models in practice and solve an ever wider range of environmental problems. This approach is noted not only in the standards of higher education for bachelor's and master's degrees, but also in the professional standard adopted on May 4, 2022.

The article analyzes the relevance of the formation of the mathematical competence of future environmental specialists in accordance with the standards of higher education and the professional standard.

**Key words:** mathematical competence, standard of higher education, professional standard, environmental specialist, ecology, education.

УДК 372.851

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/54.2.27>

**Шахман І.О.,**

канд. геогр. наук, доцент,  
доцент кафедри географії та екології  
Херсонського державного університету

**Бистрянцева А.М.,**

канд. фіз.-мат. наук, доцент,  
доцент кафедри математики та фізики  
Військового інституту телекомунікацій  
та інформатизації імені Героїв Крут

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливим науковими чи практичними питаннями.** 04 травня 2022 року Наказом Міністерства економіки України (№ 1111-22) був затверджений професійний стандарт “Еколог” [1], над яким декілька років працювали професіонали з захисту довкілля. Тепер така дуже важлива і серйозна професія має не тільки стандарти вищої освіти (СВО за спеціальністю 101 “Екологія” для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та для другого (магістерського) рівня вищої освіти) [2, 3], а і професійний стандарт, який дозволить у повній мірі відтворити всю глибину і повноту знань

майбутніх професіоналів з охорони довкілля через ґрунтовно сформовані освітні програми. В свою чергу, закладам вищої освіти, які готують фахівців-екологів, переглядаючи та корегуючи освітні (освітньо-професійні та/або освітньо-наукові) програми відповідно до переліку компетентностей та програмних результатів навчання тепер вже і професійного стандарту, треба звернути увагу на ряд компетентностей, які можна сформувати саме за рахунок забезпечення належного рівня підготовки з вищої математики.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливим критерієм сформованості екологічної

культури майбутніх екологів є практичний критерій, який полягає у вмінні прогнозувати наслідки своєї діяльності у довкіллі [4, с. 17]. Тут екологічну компетентність пов'язують із прогнозуванням відповідної поведінки та діяльності у професійній сфері та побуті. Автори [4, с. 21] зазначають, що за Добровольським В. В. [5] бакалавр екології повинен серед інших бути наділеним інженерними компетенціями, які передбачають вирішення задач щодо розробки прогнозу стану екосистеми на декілька років, обґрунтування значення припустимого скиду забруднювача у водні об'єкти і прийняття на основі отриманих даних управлінських рішень. Для кожного із можливих сценаріїв важливим є здійснення математичного моделювання за різних природних умов, які впливають на оцінювані показники об'єкта дослідження.

Левчук О. В. та Новицька Л. І. наголошують, що процес математизації екологічних знань вимагає від фахівців-екологів якісної математичної підготовки. Автори розглядають математичне моделювання як засіб, який дозволяє формувати у майбутніх фахівців-екологів професійні компетентності, що дозволитимуть вирішувати професійні завдання [6, с. 109]. Приділена увага опису особливостей процесу впровадження математичного моделювання в освітній процес як важливої складової математичної підготовки фахівців, яка надає можливості розвивати сучасні екологічні напрями досліджень, пов'язані з моделюванням екологічних процесів.

Звертаючись до попередніх досліджень кінця ХХ ст., Цецик С. [7, с. 95] підкреслює необхідність перебудови курсу вищої математики у закладах вищої освіти. Викладачі у навчальних курсах мають перейти від формально-логічного викладу матеріалу до забезпечення його прикладної спрямованості та формування навичок застосування отриманих знань до розв'язування задач професійного змісту. Досягаються поставлені цілі не лише в рамках роботи над статистичною обробкою та аналізом даних експериментальних досліджень, а й завдяки застосуванню математичного моделювання. Це може бути впроваджено за рахунок включення задач екологічного змісту з елементами математичного моделювання. Такий підхід до викладання вищої математики забезпечить формування усвідомленої потреби здобувачів у необхідності поповнення власних математичних знань та зможе в значній мірі підвищити якість навчальних курсів.

Сформована на належному рівні математична компетентність є вагомим підґрунтям для забезпечення якісної освіти майбутніх спеціалістів у галузі природничих наук. Авторами у [8, с. 4] приділяється увага визначенню структурних елементів та програмних результатів навчання математичної компетентності для випускників закладів вищої

освіти аграрного профілю. Основним індикатором її сформованості автори вбачають набуття умінь щодо її застосування до розв'язування прикладних задач у виробничій сфері. Серед загальної системи компетентностей провідне місце займає математична компетентність і для майбутнього вчителя природничих дисциплін [9, с. 198]. Вона дозволяє сформувати таку професійно значущу здатність спеціаліста, як побудова математичної моделі, передбачення та аналізування отриманих результатів.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** У публікаціях [10, с. 220; 11, с. 90; 12, с. 124] неодноразово наголошувалося на необхідності для студентів-екологів розширення та поглиблення курсу вищої математики в напрямку інтеграції в цей освітній компонент методів математичного моделювання, кількісних методів дослідження та обчислювальних методів. Без підсилення математичної підготовки у закладах вищої освіти неможливо надати якісну фахову освіту майбутнім фахівцям-екологам, яким в подальшому доведеться вирішувати складні проблеми охорони довкілля від локального до глобального характеру. Саме врахування вимог професійного стандарту при навчанні майбутніх фахівців-екологів дозволить в майбутньому спеціалістам з екологічного контролю якісно здійснювати професійну діяльність та виконувати достовірний прогноз змінення стану навколишнього середовища.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є аналізування актуальності формування математичної компетентності у навчанні майбутніх екологів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одним з вагомих кроків в напрямку вирішення проблеми змісту екологічної освіти було прийняття на державному рівні професійного стандарту "Еколог". Чітко означені вимоги в професійному стандарті потребують нових підходів до викладання розділів вищої математики при підготовці, перепідготовці та підвищенні кваліфікації практикуючих і керівних кадрів зі спеціальності "Екологія".

Згідно з переліком компетентностей професійного стандарту фахівець з екології повинен мати наступні професійні компетентності, які можна сформувати лише при належному рівні математичних знань (таблиця 1, 2):

Аналіз таблиць 1, 2 дає можливість стверджувати, що переорієнтація на професійний стандарт передбачає підготовку компетентного фахівця, який має вміння розв'язувати екологічні задачі, використовуючи матеріал поглибленого курсу вищої математики.

Наприклад, професійна компетентність **A1**. (Здатність застосовувати нормування антропогенного навантаження на довкілля) передбачає

Перелік трудових функцій (витяги) [1]

Трудові функції	Професійні компетентності (за трудовою дією або групою трудових дій)
Формування запитів та визначення дій, що забезпечують виконання норм і вимог екологічного законодавства	<b>A1.</b> Здатність застосовувати нормування антропогенного навантаження на довкілля <b>A3.</b> Здатність оцінювати поточний стан навколишнього середовища та виправдані альтернативи планованої діяльності
Оцінювання, прогноз впливу техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля з метою обрання оптимальної стратегії природокористування	<b>B1.</b> Здатність оцінювання наслідків планованої діяльності для довкілля та застосовувати концептуальні основи моніторингу <b>B4.</b> Здатність до оцінки та прогнозу впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища
Оцінювання екологічних ризиків за умов недостатньої інформації та суперечливих вимог	<b>V1.</b> Здатність до оцінювання та виявлення ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю <b>V2.</b> Здатність прогнозувати непередбачувані екологічні ситуації та розробляти оптимальні шляхи їх упередження

Таблиця 2

Опис трудових функцій (витяги) [1]

Трудові функції	Професійні компетентності (за трудовою дією або групою трудових дій)	Знання	Уміння та навички
<b>A.</b> Формування запитів та визначення дій, що забезпечують виконання норм і вимог екологічного законодавства	<b>A1.</b> Здатність застосовувати нормування антропогенного навантаження на довкілля	<b>A1.31.</b> Принципи функціонування екологічного моніторингу, новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень	<b>A1.Y1.</b> Обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних <b>A1.Y3.</b> Аналізувати та оцінювати індикатори якості довкілля відповідно чинних санітарно-гігієнічних (та/або екологічних нормативів) щодо оцінки стану компонентів довкілля
	<b>A3.</b> Здатність оцінювати поточний стан навколишнього середовища та виправдані альтернативи планованої діяльності	<b>A3.32.</b> Законодавче регулювання та практичні аспекти проведення процедури оцінки впливу на довкілля	<b>A3.Y3.</b> Аналізувати звіт та висновок з оцінки впливу на довкілля; проведення досліджень, збору та обробки даних
<b>B.</b> Оцінювання, прогноз впливу техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля з метою обрання оптимальної стратегії природокористування	<b>B1.</b> Здатність оцінювати наслідки планованої діяльності для довкілля та застосовувати концептуальні основи моніторингу	<b>B1.32.</b> Основи моніторингу довкілля	<b>B1.Y4.</b> Проводити моніторинг екологічних показників діяльності підприємства та формування наочної інформації для керівництва та працівників
	<b>B4.</b> Здатність до оцінки та прогнозу впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища	<b>B4.31.</b> Сучасні методи обробки і інтерпретації інформації при проведенні інноваційної діяльності. <b>B4.32.</b> Основи виконання екологічних досліджень та еколого-експертної оцінки впливу на довкілля	<b>B4.Y1.</b> Прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище <b>B4.Y2.</b> Формувати та надавати статистичну звітність у сфері охорони довкілля
<b>V.</b> Оцінювання екологічних ризиків за умов недостатньої інформації та суперечливих вимог	<b>V1.</b> Здатність до оцінювання та виявлення ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю	<b>V1.33.</b> Принципи визначення та розрахунку екологічних ризиків	<b>V1.Y2.</b> Обробляти дані моніторингу та вимірювань для оцінки результатів екологічної діяльності установи <b>V1.Y4.</b> Використовувати інструментальні засоби статистичного аналізу баз даних для зберігання, систематизації та обробки інформації про результати моніторингу, вимірювань, оцінки екологічної ефективності та внутрішніх аудитів системи екологічного менеджменту <b>V1.Y5.</b> Оцінювати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля
	<b>V2.</b> Здатність прогнозувати непередбачувані екологічні ситуації та розробляти оптимальні шляхи їх упередження	<b>V2.33.</b> Володіти методами оцінки екологічної ефективності діяльності підприємства	<b>V2.Y3.</b> Аналізувати результати моніторингу та вимірювань <b>V2.Y4.</b> Оцінювати екологічну ефективність діяльності підприємства <b>V2.Y6.</b> Оцінювати екологічні ризики за умов недостатньої інформації та суперечливих вимог

використання методик осереднення величин за просторовими координатами, професійна компетентність **Б4**. (Здатність до оцінки та прогнозу впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища) може бути адекватно описана логістичною моделлю у вигляді диференціального рівняння [13, с. 101], уміння та навички **А1.У3**. (Аналізувати та оцінювати індикатори якості довкілля відповідно чинних санітарно-гігієнічних (та/або екологічних нормативів) щодо оцінки стану компонентів довкілля) демонструються вмінням використовувати багатовимірний статистичний аналіз як апарат розв'язування конкретних задач екологічного моніторингу [14, с. 127], **В1**. (Здатність оцінювати та виявлення ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю) та **В1.У5**. (Оцінювати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля) потребують вміння використовувати методи теорії ймовірності та математичної статистики, аналізувати сукупності вимірювань в різних точках простору та/або в різні моменти часу, розглядаючи цю сукупність як випадковий статистичний ряд тощо.

Підсумком вивчення вищої математики в процесі підготовки майбутніх фахівців-екологів має стати вміння застосувати на практиці математичні знання, такі як статистичні методи, диференціальне та інтегральне числення, диференціальні рівняння, графі тощо.

**Висновки.** На основі виконаного аналізу актуальності формування математичної компетентності у навчанні майбутніх екологів можна зробити висновки про чітке розуміння необхідності реалізації концепції професійного стандарту “Еколог” закладами вищої освіти, а саме оновлення освітніх програм, розроблення навчальних програм та методичного забезпечення з урахуванням посилення математичної складової. Знання, уміння та навички, зазначені в професійному стандарті “Еколог” допомагають визначити ключові освітні компоненти, які є найбільш важливими для забезпечення певних трудових функцій та професійних компетентностей. Проаналізовані вище позиції визначають, що значущим та вагомим повинно стати підсилення внеску вищої математики прикладного спрямування, що забезпечить для майбутніх фахівців-екологів необхідні знання та вміння щодо розв'язування прикладних математичних задач, виявлення математичних закономірностей, володіння методикою складання математичних моделей, вміння раціонально добирати математичні методи досліджень та обробки екологічної інформації тощо.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Наказ Міністерства економіки України № 1111-22 від 04 травня 2022 року Про затвердження професійного стандарту “Еколог”. URL: [https://register.nqa.gov.ua/uploads/0/421-nakaz\\_1111.pdf](https://register.nqa.gov.ua/uploads/0/421-nakaz_1111.pdf) (дата звернення 24.12.2022).
2. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 101 “Екологія” галузь знань 10 “Природничі науки” для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, 2018. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/101-ekologiya-bakalavr-1.pdf> (дата звернення: 26.12.2022).
3. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 101 “Екологія” галузь знань 10 “Природничі науки” для другого (магістерського) рівня вищої освіти, 2018. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/101-ekologiya-magistr.pdf> (дата звернення: 26.12.2022).
4. Оцінювання сформованості екологічних компетентностей: Навчально-методичний посібник / В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, Т. М. Пушкарьова-Безділь. УНУС, 2017. Одеса: НУ «ОМА», 2017. 59 с.
5. Добровольський В. В. Екологічні знання. Київ: Професіонал, 2014. 299 с.
6. Левчук, О. В., Новицька, Л. І. Математичне моделювання як метод формування готовності майбутніх екологів вирішувати професійні завдання в аграрній галузі. *Наукові записки ВДПУ Серія: Педагогіка і психологія*. 2018. Вип. 54. С. 106–111.
7. Цецик, С. Компетентнісний підхід до процесу математичної підготовки майбутніх екологів. *Нова педагогічна думка*. 2015. Вип. 2. С. 93–97.
8. Антонець, А. В., Флегантов, Л. О. Математична компетентність, як важлива складова професійної підготовки майбутніх фахівців аграрного профілю. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Вип. 3(10). С. 3–7.
9. Кузнецова, Т. Ю., Лейко, С. В. Математична компетентність як складова професійної компетентності вчителя природничих дисциплін. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі» (XXVIII Каришинські читання)* (м. Полтава, 27–28 травня 2021 р.) / За заг. ред. проф. М. В. Гриньової. Полтава: Астроя, 2021. С. 196–200.
10. Шахман І. О. Актуальні аспекти формування складових професійної компетентності майбутнього еколога. *Збірник наукових праць “Педагогічні науки”*. Херсон. 2018. Вип. 81, Т. 3. С. 220–223.
11. Бистрянцева А. М., Шахман І. О. Математична підготовка як один зі складників під час формування професійних компетентностей майбутнього еколога. *Збірник наукових праць “Інноваційна педагогіка”*. Випуск 10, Том 1. Одеса: ПУ «Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій», 2019. С. 90–92.
12. Шахман І. О., Бистрянцева А. М. Математичний підхід до оцінки результатів екологічних досліджень. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: ДЕА, 2019. №4(27). С. 124–128.
13. Шахман І. О., Бистрянцева А. М. Математична модель оцінки впливу видобувних робіт на рибні запаси. *Водні біоресурси та аквакультура. Науковий журнал*. 2018. №1. С. 101–110.
14. Bystriantseva, A., Shakhman, I., Bystriantsev, M. Spatio-Temporal Representation of the Ecological State of the Surface Waters of the Lower Section of the Dnieper River using GIS Technologies. *ICTERI*, 2387, 127–140. (2019).