

УДК 378.016:51]:378.018.8:502-051
DOI 10.31494/2412-9208-2020-1-3-224-230

TEACHING A COURSE OF HIGHER MATHEMATICS FOR FUTURE ECOLOGISTS

ВИКЛАДАННЯ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ЕКОЛОГІВ

Dariya VOZDOSYMENKO,
Doctor of Philosophy (Ph.D)
daryakholod@ukr.net

Дарія ВОЗНОСИМЕНКО,
доктор філософії

<http://orcid.org/0000-0002-7557-643X>

*Pavlo Tychna Uman State
Pedagogical University*

*Уманський державний
педагогічний університет імені
Павла Тичини*

*✉ 2 Sadova St.,
Uman, Cherkasy region, 20300*

*✉ вул. Садова, 2
м. Умань, Черкаська обл., 20300*

Original manuscript received: October 12, 2020

Revised manuscript accepted: December 09, 2020

ABSTRACT

The article considers the issues of mathematical training of students of ecology, gives examples of professionally oriented problems in higher mathematics.

Approaches to the choice of applied environmental problems and examples are analyzed, some examples are given that will promote the development of motivation to study mathematics and its application in future professional activities during the modeling of environmental phenomena and processes. It is established that the teaching of higher mathematics should be carried out at a high scientific and methodological level with the use of both mathematical and applied problems of professional orientation. It is noted that to direct the future ecologist to the successful application of mathematical methods in higher mathematics classes.

It is emphasized that the result of studying higher mathematics in the process of training future ecologists should be the successful application of mathematical knowledge in a number of general and special disciplines.

Some problems of ecological orientation are given, which should be given as examples in the relevant sections of higher mathematics. The proposed problems can attract the attention of students, promote their professional orientation and increase interest in the chosen specialty. It is also noted that the discipline «Higher Mathematics» includes the main sections: «Linear Algebra», «Analytical Geometry», «Differential and integral calculus of a function of one variable», «Differential and integral calculus of a function of many variables». «Differential Equations», «Series», «Probability Theory» and «Mathematical Statistics».

The tasks and tasks of ecological content are considered on the example of separate sections, it is indicated that the main attention of students should be paid to the fact that this section is effectively illustrated by various examples related to ecology. In-depth study of mathematical components during the training of ecologists will help to form the necessary professional competencies of specialists who will be able to transform the system of environmental monitoring and management of its components into a modern information system that will effectively promote the protection and rational use of natural resources.

Key words: *preparation of students-ecologists, higher mathematics,*

ecological problems, mathematical modeling.

Вступ. Основною метою вищої освіти сьогодні є підготовка не просто кваліфікованого випускника ЗВО, а компетентного фахівця, конкуренто-спроможного на ринку праці, готового до неперервної самоосвіти та професійного зростання. Відповідно до концепції екологічної освіти в Україні необхідно формувати зміст екологічної освіти на державному рівні із залученням широкого кола науковців і фахівців-практиків. За вимогами сучасних стандартів освіти з позиції компетентнісного навчання, однією з актуальних проблем вищої школи є забезпечення якісної математичної освіти для суспільства, яке характеризується зміною запитів, що висуваються роботодавцями до спеціалістів.

Майбутніх екологів необхідно забезпечити математичними знаннями, вміннями та навичками на рівні, достатньому для аналізу та виконання професійних завдань, а також здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля й збалансованого природокористування або в процесі навчання, що передбачає застосування основних теорій і методів наук про довкілля, яке характеризуються комплексністю й невизначеністю умов [7]. Одночасно з цим необхідно розвинути їх професійно-прикладне математичне мислення, тобто ті здібності, які забезпечують застосування знань на потрібному рівні

Але, зазвичай, викладання вищої математики здійснюється не завжди з урахуванням напряму підготовки фахівців та обмежується ілюстрацією теоретичного матеріалу задачами і прикладами, які мають теоретичне значення або застосовуються у фізиці чи механіці. Це не сприяє розвитку мотивації в студентів-екологів до вивчення математики, оскільки вони не розглядають реальних прикладів застосування математики в екології. Аналогічна проблема виникає і в процесі вивчення спеціальних дисциплін. Викладачі зосереджують увагу на екологічних явищах і процесах, уникаючи складних математичних задач, обмежуючись постановкою та не розв'язуючи такі задачі. Оскільки вивчення вищої математики передує спеціальним дисциплінам, завдання розвитку мотивації майбутніх фахівців до застосування математики в екології повинні реалізовувати і викладачі математики.

Метою статті є висвітлення особливостей викладання вищої математики для майбутніх екологів.

Методи та методики дослідження. Для досягнення поставленої мети ми використовували загальнонаукові методи: метод критичного аналізу наукових джерел, метод синтезу та узагальнення теоретичних положень

Результати та дискусії. Проблемам викладання математичних дисциплін та методиці математичної підготовки студентів екологів у ЗВО присвячено роботи (А. Бистрянцева, І. Шахман, О. Левчук,

Л. Новицька, С. Цецик, А. Кузик, В. Лаврик та ін.).

Науковці А. Бистрянцева, І. Шахман у своїй роботі наголошують, що якість математичної освіти значною мірою залежить від того, наскільки математичні курси за своїм змістом відображають специфіку майбутньої професії здобувача вищої освіти. Автори стверджують, що спочатку професійна спрямованість навчання розглядалась лише як прикладна, яка зводилась тільки до розв'язування в курсі вищої математики задач прикладного характеру. Пізніше це явище стали сприймати як сукупність форм, методів і засобів курсу вищої математики, що сприяє розвитку професійних якостей майбутнього фахівця та формуванню його професійної культури [Бистрянцева, 2019, с.90].

Необхідною умовою математичної підготовки студентів екологічних спеціальностей у дисертаційному дослідженні С. Цецик вбачає введення до змісту математичних дисциплін професійно спрямованого матеріалу (прикладних задач з елементами математичного моделювання) [Цецик С., 2008, с.17].

Математичну компетентність Т. Смагіна розуміє як «...уміння бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибку обчислень» [Смагіна Т., 2010, с. 140].

І. Солошич з-поміж науково-дослідних математичних компетенцій та відповідних їм умінь організатора природокористування виділяє еколого-моделюючі, які передбачають уміння складати й обґрунтовувати якісні моделі екологічної спільноти, глобальні еколого-математичні моделі, моделі еколого-економічних систем, мережеві моделі [Солошич І., 2013, с. 38].

Навчальна дисципліна «Вища математика» включає в себе основні розділи: «Лінійна алгебра», «Аналітична геометрія», «Диференціальне та інтегральне числення функції однієї змінної», «Диференціальне та інтегральне числення функції багатьох змінних. Диференціальні рівняння», «Ряди», «Теорія ймовірностей» та «Математична статистика». Наслідком вивчення вищої математики в процесі підготовки майбутніх екологів має стати успішне застосування математичних знань у низці загальноосвітніх та спеціальних дисциплін.

Але спрямовувати майбутнього еколога на успішне застосування математичних методів потрібно саме на заняттях з вищої математики.

Наведемо деякі задачі екологічного спрямування, які доцільно наводити як приклади у відповідних розділах вищої математики.

Під час вивчення розділу «Диференціальне та інтегральне числення однієї змінної» основну увагу студентів варто звертати на те, що саме цей розділ ефективно ілюструється різноманітними прикладами, пов'язаними з екологією. Під час вивчення границь послідовностей та функцій доцільно наводити приклади різноманітних вимірювань. Наприклад, нехай популяція росте від початкового

розміру 700 особин до розміру $p(t) = 700 + 300(1 - 2^{-t})$ в момент часу $t(t \geq 0)$. Знайти рівновагу популяції. Задача зводиться до знаходження наступної границі:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} (700 - 300(1 - 2^{-t})) = 700 + 300(1 - \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{2^t}) = 700 + 300 = 1000$$

Наведемо ще один приклад, який варто розглянути під час вивчення теми «Похідна функції». Нехай функція

$f(x) = 1000 + 50x^2$ визначає розмір деякої популяції в момент часу x (год.). Дослідити середню швидкість росту популяції. Розв'язання.

Обчислимо приріст кількості особин популяції за проміжок часу Δx :

$$\begin{aligned} \Delta f(x) &= f(x + \Delta x) - f(x) = 1000 + 50(x + \Delta x)^2 - 1000 - 50x^2 = \\ &= 50x^2 + 100x\Delta x + 50(\Delta x)^2 - 50x^2 = \Delta x(100x + 50\Delta x) \end{aligned}$$

Середня швидкість росту популяції за проміжок часу Δx :

$$\frac{\Delta f(x)}{\Delta x} = \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \frac{\Delta x(100x + 50\Delta x)}{\Delta x} = 100x + 50\Delta x$$

Миттєва швидкість росту популяції за проміжок часу Δx :

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta f(x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta x(100x + 50\Delta x)}{\Delta x} = 100x$$

Як бачимо знак похідної додатній тому робимо висновок, що швидкість росту цієї популяції збільшується з часом.

Під час повного дослідження функції доцільно розглянути такий приклад: у поживне середовище вносять популяцію з 10000 бактерій. кількість особин популяції росте відповідно до закону

$$f(x) = 1000 + \frac{1000x}{100 + x^2}, \text{ де } x - \text{це час (одиниця}$$

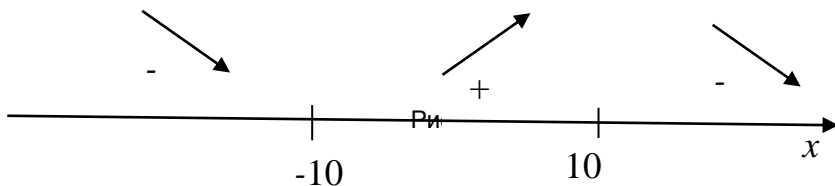
вимірювання год.) Знайти максимальний розмір цієї популяції.

Задача зводиться до задачі математичного аналізу про дослідження функції $f(x) = 1000 + \frac{1000x}{100 + x^2}$ на максимум.

Знайдемо похідну функції (швидкість зміни кількості особин популяції) та критичні точки:

$$f'(x) = \frac{1000(100 - x^2)}{(100 + x^2)^2} \Rightarrow 100 - x^2 = 0 \Rightarrow x = \pm 10.$$

Визначимо знак похідної на відповідних інтервалах:



Як видно з рис. зрештою переході через критичні точки похідна змінює знак на протилежний. Тому робимо висновок, що функція має екстремуми, а саме при $x = -10$ мінімум, а при $x = +10$ максимум. Тобто, $x = 10$ є тим значенням проміжку часу (10 год.), через який досягнеться максимальний розмір популяції і становитиме він: $f(10) = 1050$ особин.

Висновок. Отже, викладання вищої математики для студентів екологічних спеціальностей потребує розвитку їх мотивації до навчання, забезпечує формування в майбутніх фахівців знань і вмінь щодо розв'язування прикладних математичних задач, оволодіння методикою складання математичних моделей, уміння раціонально добирати математичні методи досліджень та оброблення екологічної інформації, виявляти математичні закономірності тощо. Поглиблене вивчення математичних компонентів під час підготовки екологів допоможе сформувати необхідні професійні компетентності фахівців, які зможуть перетворити систему моніторингу довкілля та управління його складниками на сучасну інформаційну систему, що ефективно сприятиме охороні й раціональному використанню природних ресурсів.

Література

Бистрянцева, А. М. Математична підготовка як один зі складників під час формування професійних компетентностей майбутнього еколога / А. М. Бистрянцева, І. О. Шахман // Збірник наукових праць «Інноваційна педагогіка». – Херсон, 2019. – Вип. 10, т. 1. – С. 90–92.

Кузик А.Д. Особливості викладання вищої математики для майбутніх екологів. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.9. С. 363–368.

Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. 203 с.

Новицька Л. І. Стан математичної підготовки студентів-екологів аграрних ВНЗ / Л. І. Новицька, О. В. Левчук // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота. – 2017. – Вип. 1. – С. 179–182. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2017_1_48.

Смагіна Т. М. Поняття та структура соціальної компетентності учнів як

наукова проблема / Т. М. Смагіна // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. – 2010. – Вип. 50. – С. 138–142.

Солошич І. О. Формування науково-дослідної математичної компетенції організаторів природокористування / І. О. Солошич // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. – 2013. – №38-39. – С. 348-355. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2013_38-39_5

Стандарт вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» галузь знань 10 «Природничі науки», 2018. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-naukiukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti> (дата звернення: 16.10.2020).

Цецик С. Компетентнісний підхід до процесу математичної підготовки майбутніх екологів. Нова педагогічна думка. 2015. № 2 (82). С. 93–97.

Цецик С. П. Педагогічні умови забезпечення професійної спрямованості математичної підготовки студентів екологічних спеціальностей: автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.04 / С. П. Цецик ; Ін-т вищ. освіти НАПН України. – Київ, 2011. – 20 с.

References

Bystryantseva A., Shakhman I. (2019) Matematychna pidhotovka yak odyn zi skladnykiv pid chas formuvannya profesiynykh kompetentnostey maybutn'oho ekoloha [Mathematical training as one of the components in the formation of professional competencies of the future ecologist]. *Collection of scientific works «Innovative pedagogy»*, 10 (1), 90–92 [in Ukrainian].

Kuzik A. (2014) Osoblyvosti vykladannya vyshchoyi matematyky dlya maybutnikh ekolohiv [Features of teaching higher mathematics for future ecologists]. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, 24 (9), С. 363–368.

Lavrik V. (2002) *Methods of mathematical modeling in ecology*. Kyiv: KM Academy Publishing House, p. 203. [in Ukrainian].

Novitskaya L. (2017) Stan matematychnoyi pidhotovky studentiv-ekolohiv ahrarnykh VNZ [The state of mathematical training of students-ecologists of agricultural universities]. *Scientific Bulletin of Uzhhorod National University. Series: Pedagogy. Social work*, V. 1, 179-182. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2017_1_48. [in Ukrainian].

Smagina T. (2010) Ponyattya ta struktura sotsial'noyi kompetentnosti uchniv yak naukova problema [The concept and structure of social competence of students as a scientific problem]. *Journal of Zhytomyr State University named after Ivan Franko*, 50, 138–142. [in Ukrainian].

Soloshich I. (2013) Formuvannya naukovo-doslidnoyi matematychnoyi kompetentsiyi orhanizatoriv pryrodokorystuvannya. [Formation of research mathematical competence of organizers of nature management]. *Problems of engineering and pedagogical education*, V. 38, 348-355. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2013_38-39_5 [in Ukrainian].

Standard of higher education in the specialty 101 «Ecology» field of knowledge 10 «Natural Sciences», 2018. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-naukiukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti> [in Ukrainian].

Tsetsyk S. *Pedahohichni umovy zabezpechennya profesynnoyi spryamovanosti matematychnoyi pidhotovky studentiv ekolohichnykh spetsial'nostey*. (Avtoreferat dysertatsiyi kandydata pedahohichnykh nauk) Institute of Higher Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv. [in Ukrainian].

Tsetzik S. (2015) Kompetentnisnyy pidkhid do protsesu matematychnoy pidhotovky maybutnikh ekolohiv [Competence approach to the process of mathematical training of future ecologists.] *New pedagogical thought*, 2 (82), С. 93–97. [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто питання математичної підготовки студентів екологів, наведені приклади професійно спрямованих задач з вищої математики. Проаналізовано підходи до вибору прикладних екологічних задач і прикладів, наведено деякі приклади, що сприятимуть розвитку мотивації до вивчення математики та її застосування в майбутній професійній діяльності під час моделювання екологічних явищ і процесів. Встановлено, що викладання вищої математики потрібно проводити на високому науково-методичному рівні із застосуванням як математичних, так і прикладних задач професійного спрямування. Зазначено, що спрямовувати майбутнього еколога на успішне застосування математичних методів потрібно саме на заняттях з вищої математики.

Наголошено, що наслідком вивчення вищої математики в процесі підготовки майбутніх екологів має стати успішне застосування математичних знань у низці загальноосвітніх та спеціальних дисциплін.

Наведено деякі задачі екологічного спрямування, які доцільно наводити як приклади у відповідних розділах вищої математики. Запропоновані задачі можуть привернути увагу студентів, сприяти їх професійній спрямованості і підвищувати інтерес до обраної спеціальності. Також зазначено, що навчальна дисципліна «Вища математика» включає в себе основні розділи: «Лінійна алгебра», «Аналітична геометрія», «Диференціальне та інтегральне числення функції однієї змінної», «Диференціальне та інтегральне числення функції багатьох змінних. Диференціальні рівняння», «Ряди», «Теорія ймовірностей» та «Математична статистика».

На прикладі окремих розділів розглянуто завдання та задачі екологічного змісту. Вказано, що основну увагу студентів варто звертати на те, як саме цей розділ ефективно ілюструється різноманітними прикладами, пов'язаними з екологією. Поглиблене вивчення математичних компонентів під час підготовки екологів допоможе сформувати необхідні професійні компетентності фахівців, які зможуть перетворити систему моніторингу довкілля та управління його складниками на сучасну інформаційну систему, що ефективно сприятиме охороні й раціональному використанню природних ресурсів.

Key words: preparation of students-ecologists, higher mathematics, ecological problems, mathematical modeling.