

## SUMMARY

**Palaguta I.** The Formation of Future Teacher's Preparation to Realization of Innovative Educational Activity.

*The problems of future teacher's preparation for the innovation activity are examined. The essence of the idea of «innovation pedagogical activity» is determined. The factors which influence on the development of innovation processes on the modern stage are described. The maintenance of structural elements of future teacher's innovation pedagogical activity is settled. The basic stages of preparing for the innovation activity are selected. The functional components of future teacher's innovation activity, which help him to plan his work better, to realize innovations of the pedagogical process, also to correct and estimate results of his innovation activity are described.*

*Five categories of the teachers are characterized, their attitude toward the realization of innovation technologies to the pedagogical process are described. The future teacher's aspiration to self-recognizing, self-determination and grasping the idea of his spiritual world, own actions, a role and a place in his professional activity, creative attitude to himself in the process of active influence at outer and internal world, aspiring to the exposure and development of his personal possibilities is explained.*

*The role of creative situation in the process of future teacher's training, the claim of which is possible only in default of internal barriers to creative displays, the organizing of future teacher's creative work of subconsciousness, searching of new relations, the development of imagination and fantasy, the development of professional sensitiveness, searching of sense in creative activity is described and characterized.*

*The meaning of such directions of future teacher's development qualities, such as emotional thinking, formulating new types of communication and communicative abilities, the development of internal abilities of a dialogue is generalized. The main conditions of the establishment of innovation technologies into the teacher's work are characterized. The establishment of innovation technologies into the future teacher's pedagogical activity, which gives him an opportunity to master the material better, reduces time on the decision of standard tasks, stimulates the positive attitude to the training disciplines, rises the level of informational culture and creates the conditions for the complete future teacher's opening as a personality is determined.*

**Key words:** *innovation pedagogical activity, innovation processes, innovations, self-recognizing, professional sensitiveness, innovation, creative activity, innovation technologies, creative potential.*

УДК 378.147.88:51-76

**В. Є. Пузирьов**

Донецький національний університет

## ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ-БІОЛОГІВ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

*У статті висвітлено досвід організації дослідницької діяльності студентів біологічного факультету під час вивчення дисципліни «Основи вищої математики». Показана фундаментальна роль вищої математики, а також важливість міждисциплінарних зв'язків математики зі спеціальними біологічними дисциплінами в системі підготовки фахівців біологічного напрямку. Автор підкреслює необхідність використання професійно орієнтованих завдань із вищої математики в підготовці майбутніх фахівців біологічної галузі. Приклади таких вправ наведено у статті. Презентовано фрагменти дидактичної гри з математики «Наукова конференція*

біологів», розробленої для студентів-біологів із метою набуття ними навичок дослідницької діяльності.

**Ключові слова:** дослідницька діяльність студентів, навчання вищої математики, професійна підготовка біологів, професійно орієнтовані задачі, дидактичні ігри.

**Постановка проблеми.** Курс вищої математики входить у блок нормативних фундаментальних дисциплін у системі підготовки студентів біологічних спеціальностей у всіх класичних університетах України. Вивчення основ вищої математики надає сучасному фахівцеві біологічного напрямку (біологу, біофізику, біохіміку) не лише певну суму знань, але й дозволяє формувати в нього здатність формулювати, досліджувати, аналізувати, знаходити алгоритм розв'язання найрізноманітніших професійних завдань, проводити експерименти та обробляти їх результати, розрізняти істинне міркування від помилкового, знаходити декілька шляхів розв'язання однієї й тієї самої проблеми, обирати найбільш оптимальний із них тощо.

Важко переоцінити значення вищої математики для майбутнього біолога, оскільки математичний апарат і математичні методи знаходять широке застосування у розв'язанні багатьох біологічних задач. Більше того, процес навчання вищої математики має неабиякий розвивальний потенціал для особистості студента та який, на жаль, ще не повною мірою використовується в сучасних вишах. Тому актуальним є пошук шляхів розвитку дослідницької компетентності майбутніх біологів і біохіміків у процесі навчання вищої математики.

**Аналіз актуальних досліджень.** Розвивальний потенціал процесу навчання математичних дисциплін для студентів різних профілів висвітлювали у своїх працях С. Гроссман, М. Кадемія, Т. Крамаренко, Н. Лосева, В. Петрук, С. Раков, С. Семенець, З. Слєпкань, О. Чашечникова, В. Швець та ін. Різноманітні аспекти проблеми організації дослідницької діяльності студентів представлені в наукових дослідженнях В. Андрєєва, Ю. Жука, Л. Казанцевої, А. Мишкіса, А. Обухова та інших. Проте питання організації дослідницької діяльності майбутніх біологів-професіоналів на заняттях із вищої математики потребує подальшого дослідження.

**Метою статті** є презентація авторського досвіду організації дослідницької діяльності майбутніх біологів у процесі навчання вищої математики.

**Методи дослідження** включали як теоретичні: вивчення, аналіз і систематизація педагогічної та психологічної літератури з питання організації дослідницької діяльності студентів; синтез, порівняння й узагальнення методичної літератури з проблеми навчання вищої математики студентів біологічного профілю, так і емпіричні: спостереження за навчальною діяльністю студентів першого курсу біологічного факультету Донецького національного університету, анкетування та письмове опитування студентів ОКР «Бакалавр» напрямку

підготовки «Біологія», педагогічне тестування з метою діагностики рівня сформованості дослідницької компетентності.

**Виклад основного матеріалу.** Вища математика не лише розвиває мислення майбутнього біолога, а й закладає міцний понятійний фундамент для засвоєння багатьох спеціальних дисциплін (обчислювальна біологія, біоінформатика, математичні моделі біологічних процесів, ймовірностатистичні методи в біології та медицині тощо). За характером роботи біологу, біофізику чи біохіміку доводиться стикатися з різноманітними виробничими завданнями: технологічними, конструкторськими, дослідницькими, і під час розв'язання кожного з них необхідно обирати оптимальний шлях розв'язку, розглядати різні варіанти, оцінювати багато параметрів. Саме тому в навчанні математики майбутніх фахівців біологічного профілю в Донецькому національному університеті нами пропонуються професійно орієнтовані задачі, а також завдання, що передбачають різні шляхи їх розв'язання.

Наведемо фрагмент практичного заняття з вищої математики за темою «Диференціальні рівняння», на якому нами організовано дослідницьку навчальну діяльність майбутніх фахівців біологічної галузі. Студенти академічної групи об'єднані у три підгрупи, у кожній із них обрано спікера, обов'язки якого полягали в загальній координації роботи групи (надання слова тому чи іншому студентові, відбір найбільш слушних пропозицій тощо). Викладач звернувся до студентів із такими словами: «Ви вже маєте певний досвід у розв'язанні диференціальних рівнянь і вища математика для Вас – це інструмент розв'язання завдань пов'язаних із професійною діяльністю. Зараз Вам надається можливість застосувати свої знання з математики для розв'язання практичних задач, пов'язаних із Вашою майбутньою професією. Евристичні запитання, наведені в картці з завданням, допоможуть Вам досягти результату. Бажаю успіхів і творчого натхнення!».

*Завдання для першої групи:* Популяція найбільших відомих сучасних бактерій *Thiomargarita namibiensis* зростає таким чином, що швидкість її у момент часу  $t$  (час виражається у годинах) дорівнює розміру популяції, поділеної на 10. Опишіть це зростання диференціальним рівнянням. Який порядок цього рівняння [1]?

Евристичні запитання.

1. Якщо ми маємо інформацію про початкову популяцію та швидкість зростання популяції, чи можемо ми передбачити, яким буде її розмір у наступні моменти часу? Якщо так, то як саме?

2. На початку експерименту кількість популяції бактерій становила 2000. Чи можна передбачити, через який час популяція бактерій *Thiomargarita namibiensis* зросте удвічі?

*Завдання для другої групи:* Популяція бактерій *Lactobacillus gasseri* у йогурті при кімнатній температурі зростає таким чином, що питома

швидкість зростання у момент часу  $t$  (час виражається в годинах) складає величину  $\frac{1}{1+2t}$ . Опишіть це зростання диференціальним рівнянням. Який порядок цього рівняння?

Евристичні запитання.

1. Якщо ми маємо інформацію про початкову популяцію та швидкість зростання популяції, чи можемо ми передбачити, яким буде її розмір у наступні моменти часу? Якщо так, то як саме?

2. На початку експерименту кількість популяції бактерій становила 1000000. Якою буде популяція після 4 годин зростання? Після 12 годин? Чому не бажано вживати йогурт через добу після його виготовлення, якщо він зберігається при кімнатній температурі?

*Завдання для третьої групи:* У експерименті з голодування вага випробовуваного за 30 днів зменшилася з 140 до 110 фунтів. Щоденні втрати ваги, згідно спостереженням, були пропорційні масі випробовуваного. Якому диференціальному рівнянню задовольняє вага випробовуваного як функція часу [1]?

Евристичні запитання.

1. Якщо ми маємо інформацію про початкову вагу та швидкість її втрати, чи можемо ми передбачити, якою буде вага випробовуваного в наступні моменти часу? Якщо так, то як саме?

2. Знайдіть вагу випробовуваного після 15 днів голодування. Через скільки днів такого голодування випробовуваний досягне критичної для нього маси тіла (90 фунтів)?

Для розв'язання задач студентам було запропоновано скористатися методом «мозкового штурму», оскільки така форма роботи дає можливість забути на деякий час про вертикальне мислення, яке не відрізняється гнучкістю, та перейти до латерального мислення. Під час «штурму» студент толерантно сприймає чужі ідеї, пов'язані з розв'язанням завдання, а також вільно продукує власні ідеї, обговорює їх у колективі однодумців, оцінює можливі результати, тобто набуває досвіду дослідницької діяльності.

Зазначимо, що студенти кожної підгрупи розв'язували завдання протягом 20 хвилин, після чого спікери презентували результати роботи на дошці. Члени іншої підгрупи могли ставити запитання доповідачеві, а члени підгрупи, що виконувала завдання, приєднувалися до обговорення. Остаточне рішення з визначення переможця приймав викладач, який аргументував свою думку спираючись на правильність виконання завдання, його презентацію, організованість команди, точність відповідей на запитання аудиторії.


Поняття «науково-дослідницька діяльність студентів» включає в себе два взаємопов'язаних елементи: навчання студентів елементам дослідницької діяльності, організації та методики наукової творчості й наукові дослідження, що здійснюють студенти під керівництвом професорів і викладачів [3].

Безумовно, дослідження, проведене студентами під час розв'язання запропонованих задач, не є суттєвим з наукової точки зору, проте воно має велике розвивальне значення для майбутніх фахівців-біологів. Виконуючи подібні завдання за такої форми організації навчального процесу, вони вчаться застосовувати свої знання в нестандартних ситуаціях, генерувати нові ідеї, сприймати думки інших, обґрунтовувати власні підходи, працювати в команді. Перераховані вміння є необхідними складовими професійної компетентності майбутнього біолога-дослідника.

Зауважимо, що з метою підвищення ефективності навчання математики сучасних студентів, під час проведення лекцій, лабораторних занять, а також у організації самостійної роботи студента (СРС) необхідно застосовувати засоби інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Тому лекційні заняття з вищої математики для студентів біологічного факультету ДонНУ супроводжуються комп'ютерною підтримкою – слайд-лекціями, що містять достатню кількість прикладів взаємозв'язку математики й біології, ілюструють процес взаєморозвитку біологічної та математичної думки, показують еволюцію біологічних понять у зв'язку із застосуванням математичних методів їх дослідження.

Наведемо фрагмент слайд-лекції «Алгебра матриць», створеної у програмному середовищі SmartBoard Notebook для інтерактивної дошки (Рис. 1).

*Тема: Алгебра матриць*




### Використання у біології

П'ять лабораторних тварин годують трьома різними видами їжі. Якщо визначити  $c_{ij}$  як добове споживання  $i$ -того виду їжі  $j$ -тою твариною, то

$$C = (c_{ij}) = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} & c_{35} \end{pmatrix}$$

є матрицею, розмірністю 3 на 5, що відображає добове споживання їжі тваринами з лабораторії. Вона дає зручний спосіб ведення лабораторних записів.

*Тема: Алгебра матриць*



**Давайте поміркуємо!**

Розглянемо екосистему, що містить  $n$  конкуруючих видів.  
 Визначимо матрицю споживання  $A = (a_{ij})$  як матрицю розмірністю  $n$  на  $n$ , у якій елемент  $a_{ij}$  показує середню кількість особів  $j$ -того виду, яка споживається середньою особиною  $i$ -того виду в день.

**Які типи поведінки описуються матрицями споживання, представленими нижче?**

а)  $A = \begin{pmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{pmatrix};$

б)  $A = \begin{pmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix};$

**Рис 1.** Фрагмент слайд-лекції «Алгебра матриць» для студентів-біологів

Здобути вміння й навички, необхідні студентам біологічного факультету в подальшій професійній діяльності, а саме: вміння проводити експерименти (у тому числі й комп'ютерні), моделювати природні процеси, здійснювати математичні розрахунки у спеціальних програмах допомагають лабораторні заняття з математики, що передбачають проведення комп'ютерних експериментів, побудову графіків за допомогою відомих математичних пакетів Maple, Derive, GRAN.

Значну роль в організації самостійної дослідницької роботи студентів відіграють завдання-проекти, що дозволяють на новому рівні реалізувати міждисциплінарний зв'язок математики та біології. Рухатись у цьому напрямі допомагають нам певним чином проведені семінари й вебінари (у режимі онлайн) у вигляді дискусій, конференцій чи дидактичних ігор.

Так, організувати дослідницьку діяльність студентів під час розв'язання завдань на початку вивчення розділу «Диференціальне числення функції однієї змінної», можна за допомогою дидактичної гри «Наукова конференція біологів». Студенти матимуть змогу оцінити значення математичних знань у біології, встановити міжпредметні зв'язки математики й біології. Наведемо сценарій цієї гри.

*Цілі проведення ділової гри:*

- узагальнити й перевірити знання та вміння студентів із навчальної теми «Диференціальне числення функції однієї змінної» за допомогою моделювання професійної ситуації, що наближена до реальної;
- засвоїти формули диференціювання функцій однієї змінної;
- застосувати отримані знання з математики до розв'язання задач прикладного змісту;
- розвивати математичний і життєвий світогляд;

- розвивати навички спілкування, діяльності в групі; підвищити інтерес до вивчення математики.

Аудиторія об'єднана в 4 групи по 5–6 студентів.

*Зміст ділової гри:*

Студенти є робітниками науково-дослідних математичних інститутів, що приїхали на конференцію з різних міст (назву міста та інституту вони обирають самостійно). Їх завдання – допомогти розв'язати деякі складні проблеми, що постали перед науково-дослідницьким інститутом біології «Молекула» (НДІБ «Молекула»).

*Діючі особи:*

- співробітники математичних інститутів – члени команд,
- директори інститутів – обираються членами команд у кожній групі,
- голова оргкомітету конференції – студент, що добре засвоїв навчальний матеріал, обирається викладачем,
- голова НДІБ «Молекула» – викладач.

*Рольова інструкція з проведення гри*

*Директор інституту*

Контролює поведінку робітників свого інституту, слідкує за процесом розв'язання завдань, приймає остаточне рішення й виступає з ним перед аудиторією.

*Співробітники інституту*

Розв'язують запропоновані головою НДІБ «Молекула» завдання та виконують вимоги начальника свого інституту.

*Голова оргкомітету конференції*

Слідкує за роботою всіх інститутів, оцінює правильність розв'язання питання колективом кожного інституту, веде відповідні записи.

*Довідковий матеріал* для студентів можна взяти з будь-якого підручника математичного аналізу.

*Сценарій гри*

*Вступне слово голови НДІБ «Молекула»:* «Вітаю, шановні колеги! Дякую, що знайшли можливість приїхати на біологічну конференцію. Сподіваюся на Ваші знання з біології та математики й чекаю на Вашу допомогу в розв'язанні 3-х складних питань. Ми будемо вдячні Вам за допомогу й обіцяємо нагородити найактивніших учасників конференції» (зауважимо, що це можуть бути грамоти, оцінки тощо).

Голова НДІБ «Молекула» пропонує кожній команді картки з першим завданням.

*Завдання 1.* На півдні країни з'явилися жахливі комахи, що можуть спричинити вибух епідемії. Розмір популяції комах у момент часу  $t$  (час у днях) задано функцією  $P(t) = 10000 - \frac{9000}{1+t}$ . Допоможіть обчислити початковий розмір популяції комах та знайти залежність швидкості

росту популяції від часу  $t$ , щоб нам було легше їх позбутися [2].

Після того, як усі команди розв'яжуть завдання, потрібно заслухати всі пропозиції вчених. Наприклад, одна з команд, навела таке розв'язання завдання:

Початковий розмір популяції комах:  $P(0) = 10000 - 9000/1 = 1000$  (комах).

$$V(t) = (10000 - \frac{9000}{1+t})' = -9000 \left(-\frac{1}{(1+t)^2}\right) = \frac{9000}{(1+t)^2}.$$

Якщо хтось отримав іншу відповідь, організатор із робітниками з'ясовують місце та причину помилки.

Аналогічно організовується робота з другим і третім завданням.

*Завдання 2. Нашими вченими були розроблені нові ліки проти хвороби, яку викликали жахливі комахи. Ліки при додаванні у бактеріальне середовище дозволяють зменшити популяцію бактерій. З експерименту відомо, що через  $t$  хвилин після додавання ліків у*

*популяції було  $p(t) = p(0) \cdot 2^{\frac{t}{3}}$  бактерій. Допоможіть встановити швидкість дії ліків, тобто знайти швидкість зміни чисельності популяції в момент  $t$ . Також нам необхідно підрахувати, який час потрібен для того, щоб популяція зменшилася від  $10^6$  до  $10^3$  осіб [2]?*

Розв'язання:

$$V(t) = (p(0) \cdot 2^{\frac{t}{3}})' = p(0) \cdot 2^{\frac{t}{3}} \cdot \ln 2 \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) - \text{швидкість дії ліків.}$$

$$10^3 = 10^6 \cdot 2^{-\frac{t}{3}}, \quad 2^{-\frac{t}{3}} = 10^{-3}, \quad -\frac{t}{3} \cdot \ln 2 = -3 \ln 10, \quad t = 9 \frac{\ln 10}{\ln 2} \approx 9 \cdot 3,3 \approx 30$$

(днів) – потрібно для того, щоб популяція зменшилася від  $10^6$  до  $10^3$  осіб.

*Завдання 3. При внутрішньовенному вливанні глюкози її вміст у крові хворого, що постраждав від укусів комах (який виражено у відповідних одиницях) через  $t$  годин становить  $C(t) = 10 - 8e^{-t}$ . Допоможіть знайти залежність швидкості зміни складу глюкози у крові від часу, а також  $\lim_{t \rightarrow \infty} C(t)$  – рівноважний вміст глюкози в крові хворого [2].*

Розв'язання:

$V(t) = (10 - 8e^{-t})' = 8e^{-t}$  – залежність швидкості зміни складу глюкози в крові від часу.

$\lim_{t \rightarrow \infty} C(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} (10 - 8e^{-t}) = 10$  – рівноважний вміст глюкози у крові хворого.

Наприкінці гри підбиваються підсумки. Організатор визначає найактивніших науковців і нагороджує їх певним чином. Після закінчення



гри проводиться її обговорення, з'ясовуються причини прийняття того чи іншого рішення, до яких результатів вони привели, яким стратегіям віддавалася перевага. Можна запропонувати наступні питання для дискусії (Чи сподобалася Вам гра? Яка її мета? Чи здалася Вам гра складною? Що нового Ви дізналися з гри? Чи допомогла Вам гра краще закріпити знання про диференціювання функції? Ваші пропозиції щодо вдосконалення гри).

Підкреслимо, що застосування дидактичних ігор на заняттях з вищої математики – це суттєвий резерв посилення мотивації вивчення вищої математики, встановлення міжпредметних зв'язків, набуття навичок дослідницької діяльності, підвищення ефективності навчально-виховного процесу та взаємодії і взаєморозуміння між викладачем і студентами.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Організація дослідницької діяльності студентів біологічного профілю, встановлення міжпредметних зв'язків під час навчання вищої математики сприяє формуванню професійної компетентності майбутніх фахівців біологічного профілю через формування вмінь пошуку, обробки й презентації інформації; накопичення досвіду продукування ідей у нестандартних ситуаціях.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гроссман С. Математика для біологів: пер. с англ. / С. Гроссман, Дж. Тернер. – М. : Высш. школа, 1983. – 383 с.
2. Лосева Н. М. Інтерактивні технології навчання математики : навчально-методичний посібник для студентів / Н. М. Лосева, Т. В. Непомняща, А. Ю. Панова. – К. : Кафедра, 2012. – 228 с.
3. Чорновол О. О. Науково-дослідницька діяльність студентів у ВНЗ України: зміст та завдання / О. О. Чорновол // Вісник Харківського національного університету ім. Каразіна. – Харків : Вид-во ХНУ, 2009. – С. 31–35.

#### РЕЗЮМЕ

**Пузырев В. Е.** Организация исследовательской деятельности студентов-биологов в процессе преподавания высшей математики.

*В статье представлен опыт организации исследовательской деятельности студентов биологического факультета при изучении дисциплины «Основы высшей математики». Показана фундаментальная роль высшей математики, а также важность междисциплинарных связей математики со специальными биологическими дисциплинами в системе подготовки специалистов биологического направления. Автор подчеркивает необходимость использования профессионально ориентированных задач по высшей математике в подготовке будущих специалистов биологической отрасли. Примеры таких заданий приведены в статье. Представлены фрагменты дидактической игры по математике «Научная конференция биологов», разработанной для студентов-биологов с целью приобретения ими навыков исследовательской деятельности.*

**Ключевые слова:** исследовательская деятельность студентов, обучение высшей математики, профессиональная подготовка биологов, профессионально ориентированные задачи, дидактические игры.

## SUMMARY

**Puzyrov V.** Organization of Research Biology Students in Teaching of Mathematics.

*The features of higher mathematics training of biologists and biochemists are considered in this paper. The methods of research include both theoretical: study, analysis and systematization of pedagogical and psychological literature on the organization of research students' activity, comparison and synthesis of scientific publications on the problem of higher mathematics teaching for biologists, and empirical: observation of training activities of the first-year students at the biological faculty in Donetsk National University, questioning these students.*

*The author's experience of organization of students' research activity during learning the discipline «Foundations of Mathematics» at biological faculty is presented. The necessity of implementing of professionally oriented tasks in higher mathematics training of biologists and biochemists is underlined. Some examples of these tasks are given in the paper. The possibilities of applying of modern informational technologies at different stages of the mathematical training of biologists and biochemists are analyzed. Some fragments of the slide-lecture «Algebra of matrix» designed in Smartboard Notebook for interactive whiteboard are presented by the author.*

*The content of the slide-lecture includes some biological facts to demonstrate the interaction between the mathematics and biology. The scenario of designed didactic mathematical game «Scientific conference of biologists» for pre-service biologists to acquire their research skills is shown. This game includes various professionally oriented tasks of mathematics for biologists and biochemists. After gaming the students are offered the following questions for discussion: Do you like the game? What is its purpose? Is this game difficult? What knowledge have you acquired during the game?*

*The applying of didactical mathematical games in the classroom is a significant reserve of strengthening study motivation of higher mathematics and improving the interaction and understanding between a teacher and the students. The effective organization of students' research activity during learning mathematics at biology faculty helps to develop the professional competences of biologists and biochemists through the acquiring of research skills, analyzing of new information and producing the ideas in unusual situations.*

**Key words:** *research students' activity, teaching higher mathematics, professional training biologists, the professionally oriented tasks, didactical games.*