

Тимошенко О. В.,

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри біофізики  
Донецький національний університет, м. Донецьк

**Постановка проблеми.** Сьогодні важливим є формування у майбутніх фахівців досвіду здійснення професійної діяльності не тільки під час навчання професійних, але і фундаментальних дисциплін. Формування дослідницьких умінь у процесі навчання вищої математики означатиме формування досвіду дослідницької діяльності на “професійному рівні” (з точки зору створення нової системи професійно важливих дій) – набуття досвіду професійно орієнтованої діяльності під час навчання у ВНЗ. Тому актуальним стає встановлення відповідності між професійними діями майбутнього біолога та тими дослідницькими вміннями майбутнього фахівця, формування та розвиток яких певною мірою можуть забезпечити навчальні заняття з вищої математики.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Різні аспекти розв’язування проблеми формування дослідницьких умінь учнів та студентів представлені у наукових дослідженнях О.А. Александрова, В.І. Андреева, Г.О. Балла, Л.І. Білоусової, І.С. Булах, М.С. Голованя, Ю.В. Горюшка, М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, Л.А. Казанцевої, А.Ю. Карлащук, В.І. Клочка, І.А. Кравцової, Г.В. Лиходєєвої, І.М. Лукаш, Н.В. Морзе, А.Д. Мишкіса, Н.Г. Недодатко, А.С. Обухова, С.А. Ракова, Ю.С. Рамського, О.В. Резіної, З.І. Слєпкань, В.О. Швеця та ін. Попри важливе наукове і практичне значення згаданих досліджень, окремі аспекти щодо методики навчання вищої математики на основі формування дослідницьких умінь студентів можуть мати подальший розвиток. З урахуванням важливості організації професійно орієнтованої дослідницької діяльності студентів-біологів потребують уточнення вміння студентів, що мають формуватися у процесі вивчення математики; зміст, методи, засоби та форми організації навчання, що сприяють формуванню професійно орієнтованих умінь студентів біологічних спеціальностей.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Формування дослідницьких умінь майбутніх біологів-дослідників потребує певного досвіду в проведенні експериментів, опрацюванні результатів спостережень, дослідів. І змістові лінії курсу вищої математики, що закладені в галузевому стандарті освітньої підготовки студентів біологічних спеціальностей, безумовно, придатні для цієї мети. Для організації навчального процесу з вищої математики для студентів біологічних спеціальностей класичних університетів необхідно спроектувати всі його структурні елементи та скласти методичні вимоги до постановки *дидактичних цілей, змісту, відбору методів, прийомів і засобів*, а також *організаційних форм*, які б були доречними при формуванні у студентів біологічних спеціальностей дослідницьких умінь у процесі здійснення професійно орієнтованої діяльності.

**Мета статті** – дослідити важливість перебудови методичної системи навчання вищої математики для студентів біологічних спеціальностей з урахуванням організації професійно орієнтованої дослідницької діяльності.

**Виклад основного матеріалу.** Головним компонентом методичної системи навчання та основною ланкою, що зв’яже цю систему з її зовнішнім середовищем, є *цілі навчання*. Вони обумовлені структурою особистості, загальними цілями освіти, цінностями вищої освіти, новими освітніми ідеями, серед яких важливе місце на сучасному етапі займають гуманізація та гуманітаризація освіти.

Цілі – це мисленеве передбачення кінцевого результату процесу навчання, проектування його якості. Тому при конструюванні цілей навчання вищої математики для студентів біологічних спеціальностей крім предметних навчальних умінь треба закладати ті, що мають формувати професійно орієнтовані дослідницькі вміння. До них ми відносимо, наприклад, вміння формулювати проблему, будувати гіпотези, моделювати біологічні процеси тощо. Формування цих умінь відбувається на спеціальному чині закладених заняттях, мова про які піде пізніше.

Під *змістом навчання* у ВНЗ розуміємо науково обґрунтовану систему дидактичного й методично оформленого навчального матеріалу, в якому відображаються цілі освітньої та професійної підготовки майбутніх фахівців й узагальнюються вимоги до їх кваліфікаційних рівнів, компетентності, інших соціально важливих властивостей та якостей з боку держави, світового співтовариства та споживачів випускників.

В багатьох наукових публікаціях висловлюється думка про необхідність перебудови змісту сучасної вищої освіти таким чином, щоб дати студентам всіх спеціальностей ті базові знання з сучасної вищої математики, які необхідні для успішного оволодіння методом структурного математичного моделювання.

Особливої актуальності ця проблема набуває, наприклад, в контексті реалізації адаптивної концепції математичної освіти студентів економічного спрямування ВНЗ, розробленої Л.І. Нічуговською [2].

Тому під час проектування системи математичних завдань, якими доповнюємо зміст навчання вищої математики, вважаємо за необхідне:

- виділити коло значущих завдань, для розв’язування яких студентам знадобляться знання, навички та вміння застосовувати методи математичного моделювання як у процесі розгляду безпосередньо навчальних, пошуково-дослідницьких проблем, так і в майбутній професійній діяльності біолога-дослідника;
- сформувати базовий банк моделей – сукупність математичних моделей, що будуть слугувати апаратом у процесі розв’язання майбутніх професійних проблем у галузі біології;
- виробити методичну стратегію опанування методологією математичного моделювання, що базується на типології математичних вправ і завдань, виконання яких обумовлює зміст навчального процесу й узгоджується з ведучою тріадою магістрального напрямку навчання: базова математична підготовка – мотивація – індивідуалізація.

Дуже важливою є проблема формування у студентів-біологів творчого мислення, міркування, відкриття для себе нових закономірностей, розвитку інтересу до дослідження. Перераховані якості, головним чином, розвиваються в процесі розв’язування професійно орієнтованих задач (ПОЗ). Під *системою професійно орієнтованих задач* ми розуміємо таке поєднання і послідовність задач професійного спрямування, які сприяють розвитку всіх компонентів математичної підготовки:

- 1) фактичних знань, умінь, встановлених програмою навчання;
- 2) розумових операцій і методів, притаманних математичній діяльності;
- 3) математичного стилю мислення;
- 4) раціональних і продуктивних способів навчально-пізнавальної діяльності.

Наведемо приклади таких завдань за темою «Похідна функції однієї змінної і її застосування».

$$P(t) = 10000 - \frac{9000}{1+t}$$

**Приклад 1.** Розмір популяції комах у момент часу  $t$  (час в днях) задається величиною  
Обчисліть початковий розмір популяції і визначте залежність швидкості росту популяції від часу  $t$ .

**Приклад 2.** Антибактеріальний агент при додаванні в бактерійне середовище спричиняє зменшення популяції бактерій. Знайдіть швидкість зміни чисельності популяції в момент  $t$ , якщо відомо, що після додавання агента

чисельність популяції змінюється за законом  $p(t) = p(0) \cdot 2^{-\frac{t}{3}}$ . Якщо початкова чисельність складає 106 особин, то, який час буде потрібно для того, щоб популяція зменшилася до 103 особин?

**Приклад 3.** При внутрішньовенному вливанні глюкози її вміст в крові хворого (виражений у відповідних одиницях) після  $t$  годин складає  $C(t) = 10 - 8e^{-t}$ . Побудуйте графік  $C(t)$  як функції від часу при  $t \geq 0$ . Знайдіть залежність

швидкості зміни вмісту глюкози в крові від часу, а також  $\lim_{t \rightarrow \infty} C(t)$  – рівноважний вміст глюкози в крові.

Оберненими до задач 1 і 3 можуть бути задачі, використані при вивченні розділів інтегрального числення функції однієї змінної.

**Приклад 4.** Популяція комах зростає від початкового розміру в 10 000 особин до чисельності  $p(t)$  через час  $t$  (час в днях). Якщо швидкість зростання в момент  $t$  дорівнює  $V(t) = t + t^2$ , то якою буде чисельність популяції через  $t$  днів.

**Приклад 5.** Швидкість зміни концентрації  $C(t)$  препарату з ізотопним індикатором у момент часу  $t$  є  $C'(t) = 2^{-t}$ , де  $t$  – час у годинах. Знайти концентрацію в момент  $t$ , якщо початкова концентрація складає 1 мкг на літр.

Система задач може містити в собі декілька підсистем. Розв'язання задач певної підсистеми спрямоване на досягнення будь-якої дидактичної мети, тому не завжди можна довірливим чином викидати з системи одну з її підсистем (хоча в принципі це можливо). Система повинна володіти властивістю гнучкості, залежно від її структури змінюється її призначення.

Даний підхід дозволяє вдосконалювати вміння: формулювати проблему, будувати гіпотезу, планувати систему дій, спрямованих на розв'язання задачі, здійснювати пізнавальний процес в умовах нової ситуації, застосовувати загальнонаукові й конкретні методи дослідження.

Формування у майбутніх біологів дослідницьких умінь, творчого потенціалу, вміння моделювати різні біологічні процеси і розв'язувати біологічні задачі неможливо без використання методів навчання, що формують дослідницькі вміння.

Під **методами навчання** розуміються впорядковані способи взаємозв'язаної діяльності викладача і студента, спрямовані на розв'язання навчально-виховних задач.

За характером організованою викладачем навчально-пізнавальної діяльності студентів М.А.Данилов і М.Н.Скаткін виділяють такі методи навчання: 1) пояснювально-ілюстративний; 2) репродуктивний; 3) проблемний виклад; 4) частково-пошуковий, або евристичний; 5) дослідницький. Серед запропонованих п'яти традиційних методів навчання найбільш придатним є дослідницький метод як основа при формуванні дослідницьких умінь майбутнього біолога. Головне завдання цього методу навчання полягає в самостійному опануванні студентом знаннями, уміннями досліджувати предмет або явище, будувати висновки, а отримані самостійно знання уміти застосовувати на практиці. Суть дослідницького методу можна визначити як спосіб організації творчої діяльності під час розв'язання задач. Методичною вимогою під час застосування дослідницького методу є побудова таких завдань, які забезпечили б творче застосування студентами основних знань (ідей, понять, методів пізнання) в процесі розв'язання біологічних задач із застосуванням математичного апарату, опанування рис творчої діяльності. Завдання викладача – спонукати студентів самостійно формулювати визначення, висновки, правила з подальшим колективним виправленням недоліків і помилок.

Не менш важливим методом навчання майбутнього біолога виступає **експериментальний метод дослідження**. Науковці (В. І. Андреев, В.А.Штофф [7] та інші) виділяють наступні етапи в структурі цього методу:

- попереднє накопичення знань про об'єкт дослідження (найчастіше є результатом підготовчого цілеспрямованого спостереження за об'єктом дослідження у природних умовах або результатом попереднього експерименту);

- уточнення фактів, явищ, процесів, які вимагають пояснення, експериментально-теоретичного обґрунтування;
- формулювання гіпотези, яка пояснювала б факти, процеси та явища, що спостерігаються;
- розробка програми експерименту (серії дослідів з метою перевірки гіпотези);
- здійснення експерименту;
- обробка результатів експерименту;

теоретичне осмислення й узагальнення результатів експерименту.

Зрозуміло, що ці етапи виділені дещо умовно й вони не завжди відбуваються один за одним. Проте вони досить добре відображають логічну спрямованість процесу пізнання, що особливо важливо для виховання майбутнього біолога-дослідника.

Усі ці методи можливо використовувати в лекційно-практичній системі навчання вищій математики на біологічних факультетах, тобто доцільним є розгляд **організаційних форм навчання** які виступають одним з компонентів методичної системи.

Провідною організаційною формою навчання у вищій школі завжди була і є лекція. Залежно від способу проведення виділяють різноманітні види лекцій. Але для організації дослідницької діяльності студентів-біологів найбільш корисними можна вважати наступні лекції:

- **проблемна лекція** припускає виклад матеріалу через проблемність запитань, завдань або ситуацій. При цьому процес пізнання відбувається в науковому пошуку, діалозі і співробітництві з викладачем, у процесі аналізу і порівняння різних поглядів тощо. Новий теоретичний матеріал викладач подає у вигляді проблемного завдання, в умову якого закладене протиріччя, що треба визначити і розв'язати. На таких лекціях пропонуємо використовувати в якості мотивації до професійно орієнтованої діяльності завдання біологічного змісту. Особливо проблемні лекції доцільні на етапі введення нової теми курсу вищої математики;

- **лекція-візуалізація** припускає пошук нових можливостей реалізації принципу наочності. Зазначимо, що візуальна лекція є усною передачею інформації, що підкріплюється візуальними формами. Викладач має підібрати такі

демонстративні матеріали, такі форми наочності, що не лише доповнюють словесну інформацію, але й самі є носіями змістовної інформації. Залежно від навчального матеріалу, використовуються різноманітні форми наочності: натуральні (мінерали, реактиви, деталі); образотворчі (слайди, малюнки, фото); символічні (схеми, таблиці). До лекцій-візуалізацій ми відносимо й ті, що проводяться за допомогою комп'ютерних презентацій, які допомагають студентів візуальному сприйняттю навчального матеріалу;

▪ *бінарна лекція* (лекція-діалог) передбачає викладання навчального матеріалу у формі діалогу двох викладачів, наприклад, викладача математики і біофізика, представників двох наукових напрямків тощо. Тут моделюються реальні ситуації обговорення теоретичних і практичних питань двома фахівцями, при цьому мають бути виконані такі умови:

- діалог викладачів демонструє культуру дискусії, спільне розв'язання проблеми;
- залучаються до розмови студенти, стимулюється їх бажання поставити запитання, висловити власний погляд.

Під час такої лекції актуалізуються знання студентів, створюється проблемна ситуація, відбувається порівняння різних поглядів, є можливість вибору, тобто формуються дослідницькі вміння;

▪ *лекція-провокація* (лекція із заздалегідь запланованими помилками) розрахована на стимулювання студентів до постійного контролю за інформацією, що подається на лекції, і пошуку помилок. Підготовка до такої лекції полягає в навмисному закладанні помилок змістового характеру, при цьому добираються найтипівіші помилки, яких зазвичай припускаються. Завдання студентів полягає в тому, щоб під час лекції знаходити помилки, фіксувати їх на полях. Наприкінці лекції проводиться діагностика знань слухачів і розбір зроблених помилок. Така лекція одночасно виконує функції стимулювання, контролю і діагностики;

▪ *лекція-конференція* проводиться як науково-практичне заняття із заслуховуванням доповідей і виступів студентів за заздалегідь поставленою проблемою в межах навчальної програми. Наприкінці такої лекції викладач підбиває підсумки, доповнює та уточнює інформацію, формулює основні висновки.

Під час проведення практичних занять викладач має забезпечити активну пізнавальну діяльність студентів, використовуючи індивідуальну, групову і фронтальну роботу.

Кожна з цих організаційних форм роботи має свої особливості, без урахування яких оптимізація процесу навчання є неможливою. Конструювання викладачем системи практичних занять у межах кредитно-модульної системи навчання, як правило, не вкладається в рамки традиційної лекційно-практичної форми проведення занять і для ефективної організації та активізації навчального процесу доводиться розв'язувати проблеми, пов'язані з вибором чи комбінацією різноманітних видів практичних занять. Грунтуючись на системному і діяльністному підходах викладання, розвивальній меті навчання, необхідності формування дослідницьких умінь у студентів-біологів, використання сучасних методів і засобів навчання, виокремлюємо ті види практичних занять з вищої математики, на яких організовується професійно орієнтована дослідницька діяльність:

- 1) *практичне заняття формування навичок і умінь;*
- 2) *практичне заняття узагальнення і систематизації знань;*
- 3) *інтегроване практичне заняття;*
- 4) *лабораторна робота.*

Методичною основою інтегрованого підходу до навчання є формування знань про навколишній світ і його закономірності в цілому, а також установлення внутрішньо дисциплінарних і міждисциплінарних зв'язків у засвоєнні наук, вивчення зв'язку дисципліни з дисциплінами професійного циклу.

У зв'язку з цим інтегроване практичне заняття є заняттям, для проведення якого використовуються знання, уміння і результати аналізу матеріалу, що вивчається, методами інших наук, інших спеціальних дисциплін. Не випадково інтегровані заняття називаються ще й міждисциплінарними, а форми їх проведення є найрізноманітнішими: практикуми, семінари, конференції, ділові ігри тощо. Такі заняття представлені нами у роботі [4].

Основна дидактична мета лабораторного заняття – оволодіння технікою експерименту, вироблення умінь розв'язувати практичні завдання дослідницьким шляхом. Цінність лабораторного заняття у тому, що воно є об'єднуючою ланкою теорії і практики, вчить студентів висувати різні гіпотези, пропозиції, робити висновки. Побудова інтегрованих лабораторних робіт з математики на основі біологічних досліджень описана нами у роботах [5].

Таким чином, у якості методичних вимог до організаційних форм навчання математики, на яких відбувається формування дослідницьких умінь студентів, повинні стати:

- спонукання студентів пропонувати ідеї, зіштовхувати різні погляди, висувати альтернативні пояснення, припущення;
- забезпечення можливості досліджувати різні припущення у вільній і ненапруженій обстановці, шляхом обговорення в групах;
- надавання можливості застосовувати нові уявлення відносно широкого спектру явищ і ситуацій.

Поряд із цілями, змістом, формами і методами навчання *засоби навчання* є одним з головних компонентів методичної системи. Під засобами навчання розуміють об'єкти деякої природи, які формують навчальне середовище і використовуються викладачем і студентами в процесі навчальної діяльності. До сучасних засобів навчання відносять інформаційні технології (ІТ), які досить активно використовуються як засіб навчання у сфері освіти.

Широкі аналітичні, обчислювальні і графічні можливості сучасних математичних пакетів (СМП), на думку Ю.В.Триуса [6], роблять їх необхідним інструментом у професійній діяльності фахівців багатьох галузей. Проте, вони недостатньо використовуються при вивченні вищої математики, хоча відіграють важливу роль при підготовці студентів до їх використання у майбутньої професійної діяльності.

СМП пропонуються нами для розв'язування проміжних задач, виконання складних розрахунків у процесі виконання основного завдання, завдяки чому викладач може залучати до навчальної діяльності студентів незалежно від рівня їхніх попередніх знань. Студенти здатні самостійно висувати гіпотези, робити припущення відносно закономірностей, які спостерігаються, мають змогу експериментально їх перевіряти за допомогою таких програм як DERIVE, EUREKA, Mathcad, Maple, Matematika, MathLab, Maxima, Numeri, Reduce, Statgraph та ін. Це вказує на можливість використання даних програмних засобів для формування дослідницьких умінь.

Ефективним під час формування та розвитку професійно орієнтованої дослідницької діяльності студентів є також використання програмних педагогічних засобів (ППЗ) "GRAN" та пакету динамічної геометрії (DG). Ці програмні засоби є простими у користуванні, мають зручний та "дружній" інтерфейс, контекстно-чутливу допомогу. Від користувачів не вимагається значного об'єму спеціальних знань. Як і СМП, вони надають можливість студентам самостійно висувати гіпотези, робити припущення відносно закономірностей, які спостерігаються, експериментально їх перевіряти.

Але, на нашу думку, не завжди доцільно використовувати СМП та ППЗ на молодших курсах ВНЗ, наприклад, у процесі формування умінь знаходити інтеграли, похідні, границі та ін. Це пояснюється тим, що, отримуючи готовий

результат за допомогою програми, студент не буде знати звідки він узявся та не зможе його правильно застосувати. У зв'язку з цим, необхідним є використання програмного забезпечення, яке надасть можливість залучити студентів у діяльність, у результаті виконання якої вони самостійно винайдуть способи знаходження границь, інтегралів та ін.

До таких засобів ми відносимо евристико-дидактичні конструкції (ЕДК) – програми “нежорсткого” управління навчально-пізнавальною евристичною діяльністю, що введені О.І.Скафою [3]. Нами пропонуються для студентів-біологів комп'ютерні тренажери та електронний підручник, створені на засадах методології розробки ЕДК, які детально описані у роботі [1].

Усе вищезазначене дозволяє нам сформулювати основні дидактичні вимоги до інформаційних технологій, що застосовуються у навчанні вищої математики для формування дослідницьких умінь, організації та управління професійно орієнтованою дослідницькою діяльністю студентів. Вони повинні:

- забезпечувати кожному студенту можливість навчатися за оптимальною індивідуальною програмою, що враховувала б у повному обсязі його пізнавальні мотиви та здібності;
- оптимізувати зміст курсу вищої математики, співвідношення теоретичних і практичних знань й умінь;
- інтенсифікувати процес навчання;
- зменшити психічне та фізичне навантаження учасників навчального процесу, звільнити від рутинної діяльності;
- забезпечити всебічну інформаційну підтримку навчання (за допомогою вбудованих словників, довідників, енциклопедій та посилань на інші інформаційні ресурси);
- відповідати загально дидактичним принципам (наочності, проблемності, послідовності, системності тощо).

**Висновки.** Таким чином, нами сформульовані методичні вимоги до дидактичних цілей, змісту, відбору методів, прийомів і засобів, а також організаційних форм, які доречні при формуванні у студентів біологічних спеціальностей з метою формування у них дослідницьких умінь.

**Резюме.** Метою статті було дослідити важливість перебудови методичної системи навчання вищої математики для студентів біологічних спеціальностей з урахуванням організації професійно орієнтованої дослідницької діяльності. В роботі проведено аналіз усіх складових методичної системи навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей класичних університетів, а також наведено приклади професійно орієнтованих задач, розв'язування яких сприяють формуванню у майбутніх біологів творчого мислення, міркування, відкриття суб'єктивно нових закономірностей, розвитку інтересу до дослідження. **Ключові слова:** дослідницькі вміння, професійно орієнтована діяльність, професійно орієнтовані задачі.

**Резюме.** Целью статьи было исследовать важность перестройки методической системы обучения высшей математике для студентов биологических специальностей с учетом организации профессионально-ориентированной исследовательской деятельности. В работе проведен анализ всех составляющих методической системы обучения высшей математике студентов биологических специальностей классических университетов, а также приведены примеры профессионально-ориентированных задач, решение которых способствуют формированию у будущих биологов творческого мышления, открытию субъективно новых закономерностей, развитию интереса к исследованию. **Ключевые слова:** исследовательские умения, профессионально-ориентированная деятельность, профессионально-ориентированные задачи.

**Summary.** The purpose of the article was to investigate the restructuring importance of the methodical system of teaching high mathematics for the biological specialties students considering the organization of professionally oriented research activities. All methodical system components of the classical universities' biological specialties students higher mathematics teaching were analyzed in the article. Examples of professionally-oriented tasks, which contribute to the formation of future biologists creative thinking, to the discovering of subjectively new laws, to the development of interest to the investigation, also given in the article. **Keywords:** research skills, professional-oriented activities, professionally oriented tasks.

#### Література

1. Кошова Г.С. Основи вищої математики для біологів [Електронний ресурс]: електронний підручник для студ. біол. факульт. унів. / Г.С.Кошова, О.В. Тимошенко. – 700 Мб. – Донецьк, ДонНУ, 2010. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. требов. MS Win XP, MS Office 2003, Internet Explorer 6.0, Adobe Acrobat Reader 5.0.
2. Нічуговська Л.І. Математичне моделювання в системі економічної освіти: Монографія / Л.І.Нічуговська. – Полтава РВВ ПУСКУ, 2003. – 289 с.
3. Скафа О.І. Евристико-дидактичні конструкції як засіб евристичного навчання математики / О.І.Скафа // Збірник наукових праць Бердянського університету (Педагогічні науки). – №1. – Бердянськ: БДПУ, 2003. – С.40-47.
4. Тимошенко Е.В. Математическое моделирование как средство формирования исследовательских умений студентов биологических специальностей/ Е.В.Тимошенко // Вісник Черкаського університету. Серія Педагогічні науки. – Черкаси, 2010. – Вип. 191, ч.V. – С. 113 – 119.
5. Тимошенко О.В. Лабораторні роботи в курсі вищої математики як інтегрована форма навчання майбутніх біологів-дослідників / О.В.Тимошенко // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки).- Бердянськ: БДПУ, 2010. - №4. - С.253-257.
6. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики: Монографія / Ю.В.Триус. – Черкаси:Брама-Україна, 2005. – 400 с.
7. Штофф В. А. Роль моделей в познанні / Штофф В.А. - Л.: ЛГУ, 1963. -128 с.