

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

УДК 378:147

Гребьонкіна О.С.

ПРОФЕСІЙНА СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

У статті розглянуто питання математичної підготовки інженерів-екологів, наведені приклади професійно спрямованих задач з вищої математики.

Ключові слова: вища математика, екологія, професійна спрямованість.

На сучасному етапі розвитку нашої країни внаслідок промислової діяльності виникли численні екологічні проблеми. Зокрема, гостро стоять проблеми нестачі питної води, порушення гідродинамічного режиму підземних вод, забруднення поверхневих вод, ґрунтів, порушення земної поверхні, забруднення повітря тощо. Ці та ряд інших негативних факторів сприяють стрімкому розвитку відносно молодій прикладній науці «Екологія». В умовах екологічної катастрофи, що спостерігається майже у всіх областях України, підготовка інженерів-екологів набуває важливого значення.

До екологів висувається низка вимог, а саме: наявність екологічної свідомості, екологічних знань і умінь; здатність професійно орієнтуватися в нестандартних і не прогнозованих екологічних ситуаціях; здатність обирати модель дослідження і розв'язання поставленої проблеми; здатність прогнозувати наслідки своєї професійної діяльності, давати конкретні рекомендації щодо практичної діяльності; уміння проводити екологічний моніторинг. Численні вимоги потребують від інженерів-екологів ґрунтовних знань з фахових і фундаментальних наук. Рівень же опанування цими науками у майбутнього еколога суттєво залежить від рівня його математичної підготовки.

Дисципліни, які надають спеціальні фахові знання і формують практичні навички з подальшої професійної діяльності, базуються на знаннях, що отримані під час вивчення математичних курсів. Без перебільшення можна сказати, що основою для формування навичок фахівця - еколога є математичні дисципліни, в тому числі – дисципліна «Вища математика».

Природно, що екологічні спеціальності є нематематичними. Тому, при математичній підготовці студентів даної спеціалізації виникає ряд специфічних проблем. До найбільш суттєвих з них слід віднести:

- великий розрив у часі між вивченням курсу вищої математики і курсів спеціальних дисциплін, що використовують його. Наприклад, на спеціальності 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» курс вищої математики викладається в перших двох семестрах. Курс «Технологія очищення стічних вод», що використовує певні розділи вищої математики, викладається в шостому семестрі. Між названими курсами немає жодної дисципліни, яка б дозволила студентам не втратити необхідні навички розв'язання математичних задач;
- відірваність курсу вищої математики від професійних завдань. Студенти-екологи не бачать зв'язку математики з майбутньою діяльністю за фахом, не уявляють чи можна буде вико-

ристати набуті знання в подальшому. Як наслідок, формується стереотип, що математика існує сама по собі і не відповідає сучасним потребам суспільства;

- низький рівень мотивації студентів у вивченні курсу вищої математики.

Очевидно, що названі проблеми взаємопов'язані. Їх розв'язання буде сприяти підвищенню рівня підготовки фахівців-екологів. Отже, питання розвитку нових підходів до навчання математики студентів екологічних спеціальностей є актуальним.

Огляд сучасних наукових публікацій свідчить, що проблемою вдосконалення викладення курсу вищої математики студентам вищих навчальних закладів займається низка вітчизняних і закордонних фахівців. До них відносяться, зокрема, Алексєнко О.В., Алексєєва І.В., Гайдей В.О., Герасимчук В.С., Диховичний О.О., Коновалова Н.В., Кривовяз О.І., Лаврєнтьєв Г.В., Левін В.М., Примаков А.В., Раздуй О.М., Резанко В.М., Шендрік В.В., Ясинський В.Б. Окремо виділимо науковців, які займаються вдосконаленням методики навчання математики студентів-екологів: Гавриш Н.П., Ємельянова Т.В., Полтавська О.С., Ярхо Т.А. та ін..

Аналіз наукових досліджень показує, що провідні фахівці рекомендують забезпечити високий рівень математичної культури інженера-еколога, зберігаючи фундаментальність та універсальність математичних знань. Зазначається, що зміст курсу вищої математики слід привести у відповідність до потреб майбутньої професійної діяльності спеціалістів. Цього можна досягти включенням до навчального матеріалу з математики професійно спрямованих завдань. Проте, нема чітких критеріїв і рекомендацій щодо рівня складності цих завдань, їх кількості у відношенні до абстрактних завдань, тощо. Спостерігається певний дефіцит науково-методичних розробок для математичної підготовки студентів-екологів з урахуванням професійної спрямованості курсу.

Метою даної статті є висвітлення деяких аспектів навчання математики студентів-екологів, наведення матеріалів, які можна використовувати для забезпечення професійної спрямованості курсу «Вища математика», що викладається студентам екологічних спеціальностей технічних університетів.

Передусім підкреслимо важливість включення в курс математичної дисципліни завдань професійної спрямованості. Студентам-екологам, як правило, притаманна низька мотивація при вивченні курсу вищої математики. Це пояснюється об'єктивними причинами. По-перше, дана спеціальність нематематична. Студенти, які навчаються за даним напрямом підготовки, мають відносно низький базовий рівень підготовки з математики. По-друге, для математики характерна абстрактність понять, що вводять, використання універсальних методів дослідження процесів і явищ. Тому студентам важко усвідомити необхідність вивчення курсу вищої математики.

В результаті, перед викладачем постає задача підсилити мотивацію студентів до вивчення дисципліни. Найбільш ефективно це можна зробити, включаючи до навчального матеріалу професійно спрямовані (прикладні) завдання. Так, Рабець К.В. до методологічних і методичних аспектів математичної підготовки фахівців нематематичних спеціальностей відносить [6, с. 63]:

- посилення професійного спрямування процесу навчання;
- фундаменталізацію математичної підготовки;
- гнучку диференціацію змісту навчання;
- впровадження в навчальний процес нових педагогічних технологій.

Безумовно, завдання практичного змісту корисні, адже вони поєднують навчальну діяльність і наукове дослідження. Пошук оптимального методу розв'язання задачі виробляє математичну та інженерну свідомість, формує логічне мислення. Але не слід забувати, що прикладні завдання мають відповідати рівню сприйняття студентів першого курсу. Надто складні задачі не будуть сприяти успішному засвоєнню навчального матеріалу. Навіть професійно спрямовані завдання не приведуть до підвищення математичної компетентності студента, якщо вони не доступні його розумінню.

При роботі зі студентами екологічних спеціальностей важливо весь час пам'ятати, що це – нематематичні спеціальності. Труднощі, які виникають при вивченні математики у таких студентів, мають специфічний характер. Наприклад, автор під час роботи зі студентами-екологами неодноразово стикався у своїй практиці з наступним явищем. Рівняння, що записане в абстрактному вигляді з класичним позначеннями (x – незалежна змінна, $y(x)$ – невідома функція) студенти розв'язують достатньо успішно. Те саме рівняння, що записане в позначеннях прийнятих в екологічних дисциплінах (наприклад, t – час, $L(t)$ – концентрація відходів у довільний момент часу t), викликають складності. Тому від викладача математики вимагається особливий підхід до підбору прикладних задач для екологів, до роботи з посилення мотивації до навчання.

Основними способами створення позитивних мотиваційних спонукань студентів-екологів до навчання вважаються [4, с. 76]:

- повідомлення теоретичної значущості навчального матеріалу, що вивчається, демонстрація практичного значення отриманих знань;
- наведення цікавих прикладів та прикладів, що спираються на життєвий досвід студентів;
- створення ситуацій успіху, окреслення далеких і близьких перспектив у вивченні професійно орієнтованих і фахових дисциплін, у подальшій професійній діяльності.

На наш погляд, курс вищої математики слід викладати, керуючись не тільки логікою побудови системи математичних знань, а й потребами професійної сфери діяльності інженера. Той факт, що у студентів виникають труднощі при розв'язанні задач, які записані в професійних позначеннях, свідчить про необхідність змістити акценти в процесі навчання. Слід перенести увагу з алгоритмів розв'язання стандартних задач та інформації, що підлягає засвоєнню, на використання прийомів і методів, які розвивають професійні якості студентів.

Для наочності наведемо приклади професійно орієнтованих завдань з вищої математики, які можуть бути використані при вивченні студентами-екологами теми «Диференціальні рівняння першого порядку». Дана тема обрана навмисно, оскільки багато які математичні моделі розвитку екологічних суспільств приводять до диференціальних рівнянь чи їх систем. Так, розвиток окремого виду в обмеженому просторі моделюється диференціальним рівнянням з відокремлюваними змінними.

Наступні задачі використовувались автором в процесі викладення курсу вищої математики студентам, які навчалися за спеціальністю «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» у Донецькому національному технічному університеті. Апробація завдань (рівень їх складності, рівень сприйняття студентами та якість розв'язання) відбувалася протягом п'яти років з 2008 до 2013 року. Формулювання завдань і їх розв'язань наводилося в позначеннях характерних для екологічних дисциплін.

У статті подробиці розв'язання задач випускаємо і наводимо лише основні його елементи. Вважаємо, що в запропонованих нижче розв'язаннях задач досягнуто оптимального балансу між суто математичною і екологічною термінологією. Методи розв'язання диференціальних рівнянь не втратили своєї абстрактності. Але кожна величина, що входить в рівняння, має конкретний (прикладний) зміст. В той же час, розв'язання не перевантажені професійними термінами, позначеннями, узагальненнями і доступні для сприйняття студентами-першкурсниками. Для підготовки завдань використовувався електронний ресурс [5].

Завдання 1. Дана система, яка складається з води та розчинених в ній кисню і органічних відходів. Знайти концентрацію відходів в момент часу t , якщо в початковий момент часу концентрація відходів дорівнювала L_0 .

Розв'язання.

Позначимо через $L(t)$ концентрацію відходів в довільний момент часу t . Швидкість розкладання відходів пропорційна їх концентрації за умови, що у воді достатньо кисню для підтримки процесу. Тоді зміна концентрації відходів описується диференціальним рівнянням з відокремлюваними змінними:

$$\frac{dL(t)}{dt} = -k_1 L, \quad (1)$$

де k_1 – коефіцієнт споживання кисню, 1/день.

Додамо початкову умову: $L(t) = L_0$.

Відокремлюючи в рівнянні (1) змінні та інтегруючи, знайдемо його загальний розв'язок:

$$\frac{dL(t)}{L} = -k_1 dt;$$

$$\ln|L| = -k_1 t + C;$$

$$L(t) = e^{-k_1 t + C}, C \in R.$$

Враховуючи початкову умову, запишемо остаточний вираз для визначення концентрації органічних відходів в воді в момент часу t :

$$L(t) = L_0 e^{-k_1 t}.$$

Відповідь: $L(t) = L_0 e^{-k_1 t}$.

Завдання 2. Дефіцит кисню визначається різницею $D(t) = C_0 - C(t)$, де C_0 – рівноважна концентрація кисню в воді, що має місце за відсутності відходів; $C(t)$ – фактична концентрація кисню в воді. Визначити дефіцит кисню в воді в момент часу t .

Розв'язання.

Величина дефіциту кисню $D(t)$ зростає з часом за рахунок витрат кисню на окиснювання відходів і зменшується за рахунок поглинання кисню поверхнею води. Тому динаміка дефіциту кисню описується наступним рівнянням:

$$\frac{dD(t)}{dt} = k_1 L - k_2 D, \quad (2)$$

де k_1 – коефіцієнт споживання кисню, 1/день;

k_2 – коефіцієнт реаерації, 1/день.

Додамо початкову умову (дефіцит кисню в початковий момент часу): $D(t) = D_0$.

Рівняння (2) є лінійним диференціальним рівнянням першого порядку відносно функції $D(t)$. Враховуючи розв'язок рівняння (1), запишемо його у наступному вигляді:

$$\frac{dD}{dt} + k_2 D = k_1 L_0 e^{-k_1 t}.$$

Функцію $D(t)$ будемо шукати методом Бернуллі у вигляді добутку $D(t) = u(t)v(t)$. Тоді останнє рівняння рівносильне системі двох диференціальних рівнянь з відокремлюваними змінними:

$$\begin{cases} v' + k_2 v = 0; \\ u' v = k_1 L_0 e^{-k_1 t}. \end{cases}$$

Її розв'язок: $v(t) = e^{-k_2 t}$; $u(t) = \frac{k_1 L_0 e^{(k_2 - k_1)t}}{k_2 - k_1} + C$.

Отже, загальний розв'язок рівняння (2) має вигляд:

$$D(t) = \left(\frac{k_1 L_0 e^{(k_2 - k_1)t}}{k_2 - k_1} + C \right) e^{-k_2 t}.$$

Значення довільної сталої C знаходимо, враховуючи початкову умову:

$$C = D_0 - \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1}.$$

Підставимо значення сталої C в загальний розв'язок $D(t)$ і отримаємо остаточний вираз для визначення дефіциту кисню в воді в довільний момент часу t :

$$D(t) = \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + D_0 e^{-k_2 t}.$$

$$\text{Відповідь: } D(t) = \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + D e^{-k_2 t}.$$

При використанні цих прикладних задач у навчальному процесі автор спочатку пропонував студентам розв'язати відповідні диференціальні рівняння, що записані в класичному вигляді ($y' = -k_1 y$ для рівняння (1) і $y' + k_2 y = k_1 L_0 e^{-k_1 t}$ для рівняння (2)). Поставлену задачу студенти, як правило, успішно виконували. При такому запису рівнянь більшість студентів могла правильно визначити їх тип, вибрати метод розв'язання, знайти загальний розв'язок рівняння, знайти частинний розв'язок, який задовольняє даним початковим умовам.

Потім студентам пропонувалося розв'язати задачі, що сформульовані вище. На цьому етапі іноді виникали певні труднощі. До основних проблем відносимо такі:

- складність формалізувати задачу і перевести її на математичну мову. Для побудови математичної моделі, яка описує конкретний хімічний процес в екологічній системі, знадобились уточнюючі питання. Студенти не були готові на заняттях з математики використовувати знання і вміння набуті внаслідок вивчення інших дисциплін;
- перехід від абстрактного математичного об'єкта до конкретної величини, що описує природне явище. Студентам було важко визначити яка величина буде невідомою функцією. В результаті виникали труднощі при складанні диференціальних рівнянь і визначенні їх типів;
- інтерпретація отриманого розв'язку у відповідності до екологічного змісту задачі.

Для подолання названих проблем необхідно підбирати прикладні задачі так, щоб їх розв'язання сприяло формуванню у студентів навичок побудови математичних моделей реальних процесів навколишнього середовища. Бажано, щоб задачі не вимагали від студентів глибоких теоретичних знань з екології, хімії, щоб складність задач відповідала рівню сприйняття студентів першого курсу. До інших прийомів, спрямованих на подолання вказаних недоліків, можна віднести [7, с. 44]:

- реалізацію такого типу задач, щоб для їх розв'язання необхідно було застосовувати різноманітні математичні методи і прийоми з можливістю підкреслення переваг чи недоліків використання певних методів до конкретних типів задач;
- впровадження в навчальний процес спецкурсу-практикуму з розв'язування задач фізико-математичного змісту;
- зміну критеріїв оцінювання.

Систематичне розв'язування професійно спрямованих задач на заняттях з вищої математики сприяє розвитку міждисциплінарних зв'язків і показує студентам прикладне значення різноманітних математичних методів. Завдання, подібні наведеним, дозволяють розвивати екологічну інтуїцію і навички практичної інтерпретації отриманого результату. Наприклад, після розв'язання *Завдання 1* автор просив пояснити отриманий результат. (Правильна відповідь: якщо у воді достатньо кисню, то з часом концентрація відходів зменшується). Потім пропонувалося висунути гіпотезу про те, як буде розвиватися хімічний процес, коли у воді недостатньо кисню. В результаті, задача викликала у студентів істотний інтерес і сприяла підвищенню рівня їх навчальної діяльності на конкретному занятті з математики.

На жаль, згідно з діючими навчальними програмами з дисципліни «Вища математика», на екологічних спеціальностях відводиться незначна кількість аудиторних годин з даного курсу. Тому не завжди вдається розглянути задачі, що стосуються навчального матеріалу конкретного заняття і пов'язані з майбутньою професійною діяльністю. Внаслідок цього, підвищуються вимоги до підбору прикладних задач, які ілюструють певні поняття, прийоми і методи математики. Запропоновані вище задачі професійного спрямування навмисно підбиралися так, щоб розв'язання наступної задачі спиралося на результат, який отримали при розв'язанні попередньої. Цим досягалося дві мети: повторювався вивчений матеріал і демонструвався неперервний зв'язок математичних методів і прийомів розв'язання прикладних

задач екології. Обидва приклади в подальшому можуть бути використані в побудові математичної моделі забруднення води органічними відходами. Побудова вказаної і аналогічних їй моделей – задачі фахових дисциплін, які вивчаються на старших курсах. В рамках вивчення курсу вищої математики прикладні задачі можуть бути включені до індивідуальних завдань, які видаються студентам для самостійної роботи.

Інші корисні та цікаві студентам-екологам прикладні завдання за темою «Диференціальні рівняння» наведені в роботах [1, с. 58-60; 2. с. 112-115]. Задачі професійної спрямованості з різних розділів курсу вищої математики можна знайти в роботах [3; 5]. На думку автора, такі завдання сприяють відносно легко привести навчальну діяльність у відповідність до змісту професійної діяльності.

Підводячи підсумок, робимо висновок, що математична підготовка є основою якісної професійної підготовки інженерів-екологів. Для підвищення ефективності навчання вищої математики необхідно забезпечити професійну спрямованість курсу, включаючи до нього прикладні задачі. При підборі задач екологічного змісту слід врахувати, що:

- навчальний процес повинен оптимально поєднувати абстрактність і фундаментальність викладення курсу «Вища математика» та його доступність для сприйняття студентами першокурсниками;
- вдало підібрані завдання професійного спрямування сприятимуть формуванню у студентів навичок математичного моделювання та компетенції фахівця;
- прикладні завдання з екологічним змістом обов'язково мають бути пов'язані з навчальним матеріалом;
- розв'язання кожної професійно орієнтованої задачі повинно демонструвати студентам необхідність оволодіння конкретними знаннями з математики.

Лише за таких умов можлива якісна підготовка фахівців-екологів.

Список використаних джерел

1. Гребьонкіна О.С. Досвід створення демонстраційного курсу лекцій з вищої математики для студентів факультету екології і хімічної технології //Збірник науково-методичних робіт. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – Вип. 8. – С. 56-62.
2. Емельянова Т.В., Ярхо Т.А., Полтавская О.С., Гавриш И.П. Высшая математика в примерах и задачах для инженеров-экологов. Системы дифференциальных уравнений //Збірник науково-методичних робіт. – Донецьк : ДонНТУ, 2011. – Вип. 7. – С. 109-116.
3. Еремін В.В. Математика в химии. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 256 с.
4. Кофанова О. Активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів-екологів засобами інформаційно-комунікаційних технологій //Вища школа. Науково-практичне видання. – К. : Знання, 2012. – № 8. – С. 72-87.
5. Местецкий Л.М. Математические модели в экологии. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.petrus.ru/Chairs/MMSU/ECO_MET.pdf.
6. Рабець К.В. Математична культура як риса компетентного фахівця //Нові технології навчання: Науково-методичний збірник/ Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. – К., 2010. – Вип. 63. – Ч. 2. – С. 57-62.
7. Примаков А.В., Раздуй О.М. Деякі методичні особливості викладання математики в контексті потреб викладання фізики в умовах інноваційної освітньої політики //Нові технології навчання: Науково-методичний збірник/ Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. – К., 2010. – Вип. 65. – С. 43-48.

A question of the mathematical preparation for engineer by ecology is examined in the article, problems from higher mathematics which has professional character is given.

Key words: higher mathematics, ecology, professional character.