

Мотивація студентів-екологів до вивчення математики

*Навчання – це не час.
Навчання – це зусилля*

(Витяг з 15 правил мотивації
для студентів Гарварду)

У статті розглядаються задачі, які можуть спонукати студентів екологічних спеціальностей до вивчення математики. Наведено приклади використання матриці Леслі для опису структури різновікової популяції, а також застосування задачі лінійного програмування для визначення оптимального складу суміші для годування тварин.

Ключові слова: мотивація, екологія, матриця Леслі, лінійне програмування, дистанційний курс.

Однією з найважливіших, але до кінця так і не вирішених проблем вищої освіти є проблема мотивації студентів до навчання взагалі і до вивчення тієї чи іншої дисципліни зокрема. Цю проблему намагаються вирішити психологи, соціологи, викладачі-предметники, але вона з'являється щоразу, як тільки розпочинається навчальний рік і до вищих навчальних закладів приходять нові студенти, або студенти старших курсів починають вивчати нові для себе предмети. Це й обумовлює актуальність проблеми, вирішення якої пропонується у дослідженні.

У цій статті ми не відрізнятимемо такі психологічні терміни, як «мотив» і «мотивація». Цією проблемою активно займаються психологи, соціологи, але навіть у них немає єдиного погляду на те, чим відрізняються «мотив» від «мотивації» [1–3]. Візьмемо за основу визначення, що мотивація (мотив) – це спонукання, що викликають активність особистості і визначають її напрямом. Людина, яка навчається або збирається навчатися, має свої мотиви – свідомі чи підсвідомі. Мотивації умовно можна класифікувати за певними рівнями. Можна сказати, що *найвищим рівнем* мотивації вчитися є бажання отримати знання, щоб принести найбільшу користь суспільству, до *середнього рівня* можна віднести бажання оволодіти професією для отримання достойної заробітної плати, для певного кар'єрного зростання. Студенти з *низьким рівнем* мотивації вчаться за наполяганням батьків, а також тому що просто треба вчитися. Зазвичай, на цьому рівні студенти вчаться не дуже успішно. Вони взагалі байдуже ставляться до навчання. Наведені рівні мотивації можуть бути більш деталізовані.

Як свідчить досвід, навіть високомотивовані студенти не завжди чітко собі уявляють, що вони вивчатимуть, здобуваючи обраний фах. У багатьох з них приблизно у середині семестру виникає питання: а навіщо ми вивчаємо те, що нам зараз викладають? І це питання цілком природне, бо вищий навчальний заклад – це вже не школа, а студент – це вже не школяр. Школа дає загальну освіту, а в університеті людина отримує певну спеціальність, яка, можливо, визначить її основну роботу на все життя.

Одним з найбільш складних предметів для студентів є вища математика, яка викладається на більшості факультетів університету. З мотивацією щодо вивчення математики на факультетах фізико-математичного профілю питань майже немає. На факультетах природничого, соціально-економічного та гуманітарного напрямків питання «навіщо нам математика» виникає практично з перших занять. І якщо для студентів денної форми навчання на це запитання можна відповісти відразу, наводячи відносно прості приклади використання математики у відповідній науці, то для студентів, які навчаються за дистанційною формою, таку інформацію необхідно ретельно готувати і розміщувати в окремому розділі.

Метою цієї статті є виділення чинників, які впливають на підвищення мотивації студентів-екологів до вивчення математики. Для досягнення цієї мети проведено аналіз деяких відомих задач з екології, використаних у дистанційному курсі «Вища математика», в яких ми вдаємося до математичних методів.

1. Матриця Леслі

У курсі математики на екологічному факультеті однією з важливих тем є тема «Матриці». Цей матеріал є новим для студентів-першокурсників, тому у них відразу ж виникає природне питання, навіщо вивчати певні дії над якимись таблицями. І в цій темі доцільно розглянути, як матрична алгебра використовується у популяційній екології. Однією з матричних популяційних моделей є модель, яку запропонував Леслі для опису розвитку складних багатовидових популяцій [4–6].

Припустімо, що певну популяцію розбито на $(n+1)$ вікових груп: від нульової групи – тільки народжені особини, до n -ї – найстаріші особини. Позначимо через x_i кількість особин, які належать i -й віковій групі ($i=0, \dots, n$).

Через певний час, умовно прийнятий за одиницю (наприклад, один рік), особини з i -ї вікової групи переходять в $(i+1)$ -у вікову групу. Позначимо через p_i виживаність особин i -ї вікової групи (тобто ймовірність того, що особини i -ї вікової групи перейдуть у наступну вікову групу через рік), через α_i – плодючість особин i -ї вікової групи. Розгляньмо

тепер матрицю $A = \begin{pmatrix} \alpha_0 & \alpha_1 & \dots & \alpha_{n-1} & \alpha_n \\ p_0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & p_{n-1} & 0 \end{pmatrix}$, яка називається перехідною матрицею

Леслі, і вектор-стовпчик $\bar{X}(t) = \begin{pmatrix} x_0(t) \\ x_1(t) \\ \dots \\ x_n(t) \end{pmatrix}$, координатами якого є кількість

особин у відповідній віковій групі у момент часу t . Очевидно, що перехідна матриця – це квадратна матриця розмірів $(n+1) \times (n+1)$, а вектор-стовпчик – матриця розмірів $(n+1) \times 1$. Щоб взяти структуру вікових груп наступного року, тобто у момент часу $(t+1)$, треба знайти координати вектора $\bar{X}(t+1)$ із матричного рівняння $\bar{X}(t+1) = A \cdot \bar{X}(t)$. Тепер можна знайти структуру вікових груп цієї популяції через k років, якщо ми знаємо цю структуру в момент часу t , із матричного рівняння: $\bar{X}(t+k) = A^k \cdot \bar{X}(t)$, де A^k – k -та ступінь матриці A .

Отже, у нашому прикладі показано, яким чином матрична алгебра може бути використана для опису багатовікової популяції.

2. Задача визначення найкращого складу суміші для тварин

Важливою темою курсу «Вища математика» для екологів є тема «Пряма на площині», в якій студенти мають вміти шукати відстань від точки до прямої, знаходити області на площині, що задаються лінійними нерівностями, а також точки перетину прямих тощо. Розгляньмо у наступному прикладі, як використовуються ці елементи для вирішення деяких екологічних задач (і не тільки екологічних).

Припустімо, нам відомий зміст необхідних для годування тварини живильних речовин у різних вживаних кормах. Відома також ціна одиниці кожного виду корму. Необхідно вибрати раціон – набір і кількість кормів – так, щоб кожна речовина містилася в ньому у необхідній кількості, забезпечуючи живлення тварини. Крім того, сумарні витрати на цей раціон мають бути мінімальними.

Приклад задачі на складання раціону живлення.

Нехай є два види різних кормів (продуктів) – P_1 і P_2 , а також перелік з необхідних живильних речовин (вуглеводи, білки, вітаміни). Позначимо через a_{ij} – вміст (у вагових одиницях) i -ї живильної речовини в одиниці j -го корму, b_i – мінімальну добову потребу тварини в i -й живильній речовині, x_j – кількість кожного виду корму в щоденному раціоні.

Умови задачі можна представити в таблиці 1.

Таблиця 1

Живильні речовини	a_{ij}		Добова потреба b_i
	P_1	P_2	
вуглеводи	2	5	20
вітаміни	5	3	15
білки	8	2	24
Вартість 1 кг корму	5	6	

Необхідно мінімізувати загальні витрати на весь раціон живлення тварини.

Рішення.

Математична модель задачі складання раціону живлення має вигляд:

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \geq 20, \\ 5x_1 + 3x_2 \geq 15, \\ 8x_1 + 2x_2 \geq 16, \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0. \end{cases} \quad (1)$$

Загальні витрати на весь раціон живлення тварини можна знайти на основі лінійної функції $f = 5x_1 + 6x_2$ (цільова функція), яку потрібно мінімізувати. Загальна кількість кожної живильної речовини в цьому раціоні не повинна бути нижчою за заданий b_i . Вирішимо задачу графічним методом. Побудуємо в площині x_1Ox_2 область припустимих рішень. Кожна нерівність системи (1) визначає в площині x_1Ox_2 півплощину, що лежить вище або нижче за пряму, яка визначається відповідним рівнянням. Побудуємо прямі:

$$2x_1 + 5x_2 = 20; \quad 5x_1 + 2x_2 = 15; \quad 8x_1 + 2x_2 = 16; \quad x_1 = 0; \quad x_2 = 0.$$

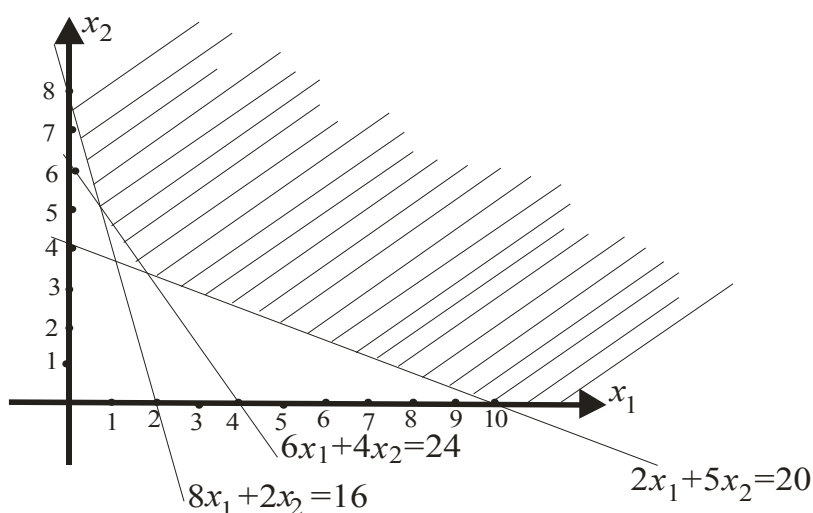


Рис. 1

Розгляньмо точку з координатами $x_1=0$, $x_2=0$. Підставивши їх у першу нерівність, одержимо неправильну нерівність $0 \geq 20$. Отже, шукана півплощина лежить вище прямої $2x_1+5x_2=20$. Решта півплощин розташована аналогічним чином. Таким чином, область рішення задачі – це відкрита опукла множина (рис. 1). Для знаходження мінімального значення f перевіримо межові точки з області рішень. Цільова функція f зростає у напрямі вектора нормалі $\vec{n}=(4,3)$, відповідно, мінімум визначаємо, пересуваючи лінію рівня в напрямі, протилежному вектору \vec{n} , паралельно самої себе доти, поки хоча б одна її точка належатиме області припустимих рішень, тобто поки пряма не стане опорною. У такому випадку – це точка $x_1=2$, $x_2=3$. При цьому $f=5 \cdot 2+6 \cdot 3=28$ – загальні витрати на весь раціон.

Отже, кількість кожного виду корму в щоденному раціоні при мінімальних витратах має бути: першого виду – 2 і другого виду – 3.

Останній розглянутий приклад належить до задач лінійного програмування (планування) і дуже ефективно використовується в економічних задачах, але в нашому випадку його можна розглядати як задачу екологічну, оскільки йдеться про раціональне використання природних ресурсів.

На закінчення необхідно відзначити, що 50–60 років тому слово «екологія» було відомо хіба що вузькому колу фахівців-біологів та невеликій кількості ентузіастів, які переймалися проблемами раціонального використання ресурсів природи. Ситуація докорінно змінилася протягом останніх 3–4 десятиріч, оскільки відчутним став вплив неконтрольованого використання природних ресурсів у виробництві, техногенних катастроф та інших технократичних чинників на стан навколишнього середовища. Тема екології тепер широко представлена як на сторінках спеціальних наукових видань, так і популярних газет та журналів. Проблемами екології у багатьох країнах зараз займаються відомства у ранзі міністерств. Екологія перетворилася на науку, але ця наука нині має не дуже чіткі межі. Сьогодні майже в кожному університеті викладають екологію, в багатьох з них є екологічні факультети. Але все ж таки треба згадати слова Леонардо да Вінчі: «Ніякої достовірності немає в науках там, де не можна прикласти жодної з математичних наук, і в тому, що не має зв'язку з математикою». Отже, математика є однією з ключових наук у підготовці спеціалістів-екологів. Усвідомити це студенти першого курсу можуть тільки за наявності хоч і простих, але переконливих прикладів використання математики в екологічних задачах.

Таким чином, основними чинниками, які впливають на підвищення мотивації студентів-екологів до вивчення математики, є орієнтація студентів на професійну зацікавленість та зв'язок математики з практичними проблемами в екології.

Літэратура

1. Шопенгауэр А. Собрание сочинений в 6 тт. Т. 3 : Малые философские сочинения / А. Шопенгауэр. – М. : Терра – Книжный клуб, Республика, 2001. – 528 с.
2. Леонтьев В. Г. Психологические механизмы мотивации / В. Г. Леонтьев. – Новосибирск, 1992. – 528 с.
3. Ильин Е. П. Мотивация и мотив : теория и методы изучения / Е. П. Ильин. – К. : Форум, 2002. – 489 с.
4. Leslie P. H. On the use of matrices in certain population mathematics / P. H. Leslie. – *Biometrika*, 1945. – 33. – № 3. – p. 183–212.
5. Leslie P. H. Some further notes on the use of matrices in population mathematics / P. H. Leslie. – *Biometrika*, 1948. – 35. – № 3–4. – p. 213–245.
6. Смит Дж. М. Модели в экологии / Дж. М. Смит. – М. : Мир, 1976. – 184 с.