

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

Дегтяренко Наталья Александровна

Degtiarenko@bsu.by

Белорусский государственный университет,

Минск, Республика Беларусь

Данная статья посвящена вопросам преподавания общенаучной и общепрофессиональной дисциплины «Высшая математика» студентам первого года обучения химического факультета БГУ. Одной из неперенных составляющих качественного фундаментального образования будущих специалистов-химиков является хорошая математическая подготовка. Естественнонаучные дисциплины используют абстракции математического языка, математические модели и методы для описания и изучения законов природы. С развитием вычислительной техники возрастает прикладное значение математических курсов, важных для естественных наук. Программы таких академических дисциплин как «Высшая математика» достаточно стабильны, тем не менее количество часов, отведенных на изучение математических дисциплин на химическом факультете, не является большим. Поэтому акцент в преподавании делается на восприятие идей, законов, принципов, концепций и обобщений. Современный химик должен иметь представление о принципах построения математической модели с учетом ее физико-химической обоснованности, уметь использовать математические абстракции, а также ориентироваться в возможностях реализации моделирования с помощью компьютерных средств.

В связи с вышесказанным в преподавании дисциплины «Высшая математика» помимо традиционных подходов и форм работы, которые, на наш взгляд, являются все же основными, можно и нужно использовать современные методы, основанные на идеях междисциплинарного подхода

и смешанного обучения. Это позволяет преодолевать «монологичный характер» традиционного преподавания общих математических дисциплин, который «проявляется в образовательных стандартах, программах, учебной литературе, а также в учебном процессе» [1]. Обозначенные направления педагогической деятельности приняты как приоритетные на кафедре общей математики и информатики БГУ под руководством доктора экономических наук, профессора Самалы С.А. Для преподавателя и университета в целом актуально формирование такой информационной среды, которая способствовала бы развитию научно-исследовательской работы студентов, индивидуализации обучения, повышению мотивации к приобретению знаний, формированию личности, способной к деятельности в современных условиях.

Существуют разные подходы к определению термина смешанное обучение [5], в данном контексте будем понимать под этим образовательную технологию, в которой сочетаются и взаимопроникают очное и электронное обучение с возможностью самостоятельного выбора учащимися времени, места, темпа и траектории обучения. Междисциплинарность предполагает рассмотрение математических моделей специального содержания, связанного с профильными дисциплинами той или иной специализации обучаемых. Для студентов первого года обучения целесообразно вводить в классический курс несложные физико-химические задачи в виде электронных материалов для самостоятельной работы студентов. Электронные материалы разрабатываются с элементами реализации моделирования с помощью компьютерных программ, что позволяет параллельно классическому курсу осваивать первоначальные навыки решения математических моделей на компьютере. Такая самостоятельная работа нацелена на проблемно-ориентированные формы деятельности и формирование системного

мышления, особенно приветствуется поиск или самостоятельная разработка студентами задач с физико-химическим содержанием.

В качестве иллюстрации приведем фрагмент учебного материала, относящегося к теме «Элементы линейной алгебры», на изучение которого согласно учебному плану отводится около 10 аудиторных часов. Тема изучается студентами в самом начале первого курса. Основные вопросы содержания учебной программы по этой теме касаются числовых матриц, определителей квадратных матриц и методов решения систем линейных алгебраических уравнений. Задачи составлены на базе литературного источника [3]. Для решения задач используется универсальная техническая компьютерная система Mathematica, разработанная компанией Wolfram Research Inc [2, 4]. В решении приводятся лишь строки ввода кода, которые студент набирает на компьютере, получая затем самостоятельно строки вывода результатов на экран. Предварительно он знакомится с интерфейсом программного средства и получает первоначальные навыки работы в данной среде. Этот материал, как и список литературных и электронных источников по освоению программного средства, предоставляется преподавателем студентам в электронном виде и рассчитан на самостоятельную работу студентов.

Расчет смесей сложного состава

1. *Постановка задачи.* Требуется приготовить 4250 кг нитрующей смеси следующего состава: воды – 22%, азотной кислоты – 16%, серной кислоты – 62%. Для приготовления смеси имеются меланж (H_2O – 5%, HNO_3 – 85%, H_2SO_4 – 10%), серная кислота (H_2O – 0%, HNO_3 – 0%, H_2SO_4 – 100%), отработанная кислота (H_2O – 30%, HNO_3 – 0%, H_2SO_4 – 70%). Найдите расход кислот, идущих на приготовление этой смеси.

2. *Математическая модель.* Обозначим через x_1 (кг) расход меланжа, через x_2 (кг) – расход серной кислоты, через x_3 (кг) – расход

отработанной кислоты. Математическая модель задачи – это система трех линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 5x_1 + 0 \cdot x_2 + 30x_3 = 4250 \cdot 22; \\ 85x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 = 4250 \cdot 16; \\ 10x_1 + 100x_2 + 70x_3 = 4250 \cdot 62. \end{cases}$$

Основная матрица системы – матрица $A = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 30 \\ 85 & 0 & 0 \\ 10 & 100 & 70 \end{pmatrix}$, вектор-

столбец неизвестных – $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$, вектор-столбец свободных членов –

$$B = \begin{pmatrix} 4250 \cdot 22 \\ 4250 \cdot 16 \\ 4250 \cdot 62 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 93500 \\ 68000 \\ 263500 \end{pmatrix}. \text{ Матричная форма записи системы: } A \cdot X = B.$$

3. *Решение математической модели средствами компьютерной системы Mathematica.*

(*Основная матрица системы*)

1) $a = \{\{5,0,30\}, \{85,0,0\}, \{10,100,70\}\}$

2) `MatrixForm[a]`

(*Столбец свободных членов системы*)

3) $b = \{\{93500\}, \{68000\}, \{263500\}\}$

(*Вычисление определителя матрицы a*)

4) `Det[a]`

Определитель основной матрицы системы отличен от нуля, следовательно, система имеет единственное решение, которое может быть найдено с использованием различных встроенных функций системы Mathematica.

Приведем, например, два способа решения данной системы: при помощи встроенных функций LinearSolve и RowReduce.

5) `res1=LinearSolve[a,b]`

6) `res2=N[res1]`

(*Расширенная матрица системы*)

7) `a1={{5,0,30,93500},{85,0,0,68000},{10,100,70,263500}}`

8) `MatrixForm[a1]`

9) `RowReduce[a1]//MatrixForm`

Результаты, полученные двумя способами, совпадают: (800; 1400/3; 8950/3). Команда N позволяет представить этот результат в приближенном десятичном виде (800; $\approx 466,667$; $\approx 2983,33$). С помощью встроенной функции Sum проведем проверку результата, насколько он соответствует постановке задачи.

10) `sum=Sum[res1[[i]],{i,3}]`

В результате суммирования получаем число 4250, что соответствует общей массе нитрующей смеси.

4. *Анализ полученных результатов.* Единственное решение системы (800; $\approx 466,667$; $\approx 2983,33$) является адекватным химическому смыслу задачи и ее исходным данным. Действительно, найденные значения всех неизвестных системы являются неотрицательными числами, и сумма всех этих значений равна массе нитрующей смеси. Итак, расход кислот, идущих на приготовление смеси следующий: 800 кг – расход меланжа, $\approx 466,667$ кг – расход серной кислоты, $\approx 2983,33$ кг – расход отработанной кислоты.

Исследование состава смеси

при помощи системы химических сенсоров

Постановка задачи. Имеется смесь из четырех компонентов A, B, C, D и четыре сенсора, чувствительности которых к данным компонентам известны и отражены в таблице

Номер сенсора	Чувствительность сенсора к компоненту				Регистрируемый сигнал (отн. ед.)
	A	B	C	D	
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	b_2
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	b_3
4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	b_4

При этом для каждого сенсора выполняются следующие условия:

1. сигналы, обусловленные присутствием в смеси каждого компонента из четырех, дают аддитивный вклад в общий регистрируемый сигнал сенсора;
2. величина сигнала сенсора при его реакции на определенный компонент прямо пропорциональна концентрации этого компонента в смеси, причем значения коэффициентов пропорциональности для каждого компонента из четырех индивидуальны (в таблице они расположены под заголовком «Чувствительность сенсора к компоненту» и составляют квадратную матрицу $(a_{ij})_{4 \times 4}$). Определите концентрации компонентов A, B, C, D в смеси, если заданы числовые матрицы $(a_{ij})_{4 \times 4}$ и $(b_{ij})_{4 \times 1}$, элементы которых – неотрицательные числа.

Далее, аналогично первому примеру, составляется математическая модель в виде системы четырех линейных алгебраических уравнений, для решения которой используются другие встроенные функции, например, Reduce, Solve, NSolve. Делается акцент на разном способе ввода исходных данных в компьютерную программу и представления ответов с помощью разных встроенных функций, демонстрируются возможности решать системы,

содержащие числовые параметры, например, с помощью команды Reduce. В конце решения осуществляется анализ полученных математических результатов на предмет адекватности содержанию задачи. Не останавливаясь на этом подробно, в заключение отметим, что внедрение элементов межпредметного и смешанного обучения в организацию классических математических курсов – это значительная работа, отвечающая современным тенденциям образования и направленная на взаимное обогащение общих курсов математики и информатики с элементами программирования и ряда дисциплин, отвечающих специализации обучаемых студентов.

Литература

1. Король, А. Д. Педагогика диалога: от методологии к методам обучения: моногр. / А. Д. Король. – Гродно: ГрГУ, 2015. – 195 с.
2. Расолько, Г. А. Использование информационных технологий в курсе вузовской математики. В 3 ч. Ч.2. Решение задач в пакетах MathCad и Mathematica: учеб.-метод. пособие / Г. А. Расолько, Ю. А. Кремень, Н. В. Бровка, Л. Г. Третьякова. – Минск: БГУ, 2010. – 320 с.
3. Скатецкий, В. Г. Математические методы в химии / В. Г. Скатецкий, Д. В. Свиридов, В. И. Яшкин. – Минск: ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
4. Mathematica – Образовательный математический сайт Exponenta.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: old.exponenta.ru/soft/Mathemat/Mathemat.asp – Дата доступа: 29.01.2020.
5. iSpring – Ведущий разработчик технологий для корпоративного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/chto-takoe-smeshannoe-obuchenie> – Дата доступа: 29.01.2020.