В основе изучения биографии писателя в старших классах - эволюция мировоззрения и развитие творчества писателя. Традиционными приёмами и формами работы учителя будут: лекция с привлечением различных видов наглядности, кино-урок, самостоятельная работа с учебными пособиями, документальной и мемуарной литературой, семинар, беседа, литературная экскурсия, заочная экскурсия [1].

Основными способами активизации читательской и ценностной компетентностей школьников являются: осмысление жизненной и творческой позиции писателя; выражение субъективного отношения к оценочному высказыванию о писателе; выполнение творческих работ, направленных на оценку нравственных представлений, отраженных в документальной литературе; диспут; сочинение «Слово о писателе».

1. Аничкина Н.В. Основные вопросы теории и методики обучения литературе (Текст): учебно-методическое пособие / Н.В.Аничкина. - Орск : Издательство ОГТИ (филиала) ОГУ, 2018. – 137 с.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://sch2036v.mskobr.ru/files/federal_nyj_gosudarstvennyj_obrazovatel_nyj_standart_osnovnogo_obwogo_obrazovaniya.pdf

Антоновская О.Г., Бесклубная А.В.

О важности построения курсов обучения математике в техническом вузе с учетом будущей профессиональной деятельности студентов

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/lj-03-2021-164

idsp: ljournal-03-2021-164

Аннотация

В статье рассматривается вопрос о преподавании математики в технических вузах в современных условиях. Дается обоснование необходимости изучения будущими инженерами не только базового курса математики, но и основ ряда специальных математических методов, которые могут оказаться полезными при решении технических задач. Рассматриваются возможности применения одного из таких методов (метода точечных отображений) в решении динамических задач. Отмечается, что работа по отбору необходимого материала как в базовый курс математики, так в специальные математические курсы должна проводиться совместно с преподавателями профилирующих кафедр и учитывать потребности соответствующей специальности.

Ключевые слова: курс обучения математике, инженерное образование, математические методы, теория колебаний, математическая теория устойчивости, метод точечных отображений.

Abstract

In current paper the question of mathematics teaching in technical universities in modern conditions is discussed. We provide a reason of the necessity of future engineers study not only the base mathematics course, but the bases of some special mathematical methods being useful for technical problems solving. We examine one of such methods (point mapping method) when solving dynamic problems. We also point out that the work for necessary material choice as for basic mathematical course or for special mathematical courses must be carried out together with the educators from profiling departments and meet the needs of corresponding specialty.

Keywords: mathematical course, engineering education, mathematical methods, vibration theory, mathematical stability theory, point mappings method.

В современных условиях сущность инженерной деятельности есть интеллектуальное обеспечение процессов создания и обслуживания сложных технических систем. Поэтому перед высшим образованием ставится цель подготовки творчески мыслящих специалистов, владеющих современными методами исследования [1]. Использование математических методов при решении инженерных задач давно стало традиционным [2,3]. Причем помимо общих курсов преподавания математики возникает необходимость создания специальных курсов, учитывающих направления будущей профессиональной деятельности студентов, в особенности магистров и специалистов.

При формировании профессиональных компетенций студентам технических специальностей необходимо научиться выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. То есть студенты старших курсов должны не только владеть навыками решения и исследования дифференциальных уравнений [4], но иметь представление об основах теории нелинейных колебаний [5] (а значит, общих закономерностях, которым подчиняются системы различной физической природы), математической теории устойчивости [2,6] и некоторых других специальных методах исследования математических моделей реальных систем.

Одним из таких методов является метод точечных отображений, который не только позволяет единообразно подходить к исследованию структуры пространства состояний математических моделей систем различной природы, но также является полезным при исследовании динамики этих систем [7, 8].

Понятие динамической системы возникло как обобщение понятия механической системы, движение которой описывается дифференциальными уравнениями. Это понятие охватывает системы любой природы: физические, технические, химические, биологические и т.д. Математическая модель динамической системы описывает состояние x системы в зависимости от времени t . Изменению состояния x системы в зависимости от t соответствует движение изображающей точки в фазовом пространстве системы. При этом исследование поведения динамической системы сводится к изучению разбиения фазового пространства на траектории всех возможных видов [5].

Известно [7, С. 164-205], что многие аспекты поведения фазовых траекторий динамической системы, описываемой дифференциальными уравнениями, могут быть выяснены через исследование поведения их последовательных точек пересечения с секущей поверхностью, т.е. через изучение точечного отображения, порождаемого этими траекториями на выбранной секущей поверхности. При этом структура рассматриваемой динамической системы взаимно однозначно определяется структурой порождаемого ей точечного отображения [5, С. 68]. В частности, периодическим решениям дифференциальных уравнений или, что то же самое, замкнутым траекториям ставятся в соответствие неподвижные точки точечного отображения [7, С. 36-45]. Если известно общее решение дифференциальных уравнений, то получение функций последования точечного отображения не представляет затруднений. Если же такое общее решение неизвестно, то для получения точечного отображения могут быть использованы любые приближенные (в том числе и асимптотические) методы [7, С. 205]. Ниже будет представлен пример использования метода точечных отображений в задаче исследования системы с малой нелинейностью.

Рассмотрим уравнение движения синхронизируемого осциллятора вида

$$\ddot{x} + x = \mu \cdot f(x, \dot{x}, t/p), \quad (1)$$

в котором $0 < \mu \ll 1$, а $2p\pi$ - период внешней силы, или, если ввести $y = \dot{x}$, систему двух уравнений первого порядка

$$\dot{x} = y, \quad \dot{y} = -x + \mu \cdot f(x, y, t/p). \quad (2)$$

Величина параметра μ при заданной функции $f(x, y, t/p)$ определяет степень близости рассматриваемой системы к линейной консервативной системе (гармоническому осциллятору) [9, С. 479]. Задача состоит в нахождении условий существования у (2) периодического решения с периодом $2p\pi$.

Исследование поведения траекторий синхронизируемого осциллятора (1),(2) может быть сведено к изучению точечного отображения T секущей поверхности $t = [t/(2p\pi)]2p\pi$ фазового пространства x, y, t в себя [9] (или секущей поверхности $t=0$ в секущую поверхность $t=2p\pi$), порожденного траекториями системы. Для получения функций последования отображения можно воспользоваться заменой переменных $(x, y) \rightarrow (a, b)$ типа Ван-дер-Поля [9, С. 481]

$$x = a \cos t + b \sin t, \quad y = -a \sin t + b \cos t.$$

При этом a, b будут определяться дифференциальными уравнениями

$$\dot{a} = -\mu f(a \cos t + b \sin t, -a \sin t + b \cos t, t/p) \sin t,$$

$$\dot{b} = \mu f(a \cos t + b \sin t, -a \sin t + b \cos t, t/p) \cos t,$$

а для отображения T точек $M_0(x_0, y_0)$ в точки $M(\bar{x}, \bar{y})$ получим

$$x_0 = x_0, y_0 = b_0, \quad \bar{x} = \bar{a} \cos 2p\pi + \bar{b} \sin 2p\pi, \bar{y} = -\bar{a} \sin 2p\pi + \bar{b} \cos 2p\pi, \text{ где} \\ a_0 = a(0), b_0 = b(0), x_0 = x(0), y_0 = y(0), \quad \bar{a} = a(2p\pi), \bar{b} = b(2p\pi), \\ \bar{x} = x(2p\pi), \bar{y} = y(2p\pi).$$

Заметим, что согласно [10], с точностью до величин порядка μ^2 выражения для $\bar{a}, \bar{b}$ могут быть приближенно представлены формулами

$$\tilde{a} = a_0 - \mu F_1(a_0, b_0), \tilde{b} = b_0 + \mu F_2(a_0, b_0), \quad (3)$$

где

$$F_1(a_0, b_0) = \int_0^{2p\pi} f(a_0 \cos t + b_0 \sin t, -a_0 \sin t + b_0 \cos t, t/p) \sin t dt, \quad (4)$$

$$F_2(a_0, b_0) = \int_0^{2p\pi} f(a_0 \cos t + b_0 \sin t, -a_0 \sin t + b_0 \cos t, t/p) \cos t dt. \quad (5)$$

Соотношения (3)–(5), порождают приближенное точечное отображение $\tilde{T}$

$$\tilde{x} = \tilde{a} \cos 2p\pi + \tilde{b} \sin 2p\pi, \quad \tilde{y} = -\tilde{a} \sin 2p\pi + \tilde{b} \cos 2p\pi$$

с функциями последования

$$\tilde{x} = [x_0 - \mu F_1(x_0, y_0)] \cos 2p\pi + [y_0 + \mu F_1(x_0, y_0)] \sin 2p\pi, \quad (6)$$

$$\tilde{y} = -[x_0 - \mu F_1(x_0, y_0)] \sin 2p\pi + [y_0 + \mu F_1(x_0, y_0)] \cos 2p\pi. \quad (7)$$

Поскольку формулы (6)–(7) явные, изучение условий существования синхронного режима с периодом внешней силы может быть проведено с помощью изучения условий существования и устойчивости простой неподвижной точки $\tilde{x} = x_0 = x^*, \tilde{y} = y_0 = y^*$ приближенного точечного отображения $\tilde{T}$.

Особый интерес представляет изучение движений квазигармонического осциллятора вблизи главного резонанса ($p \approx 1 + \mu\xi$). В этом случае рассматриваются уравнения вида

$$\ddot{x} + x = \mu[-\xi x + g(x, \dot{x}) + A \cos t] \quad (8)$$

где $g(x, \dot{x})$ – нелинейная функция. В этом случае приближенное точечное отображение $\tilde{T}$ секущей поверхности $t=0$ фазового пространства x, y, t в секущую поверхность $t=2\pi$, приближающее точечное отображение T , порожденное траекториями динамической системы, с точностью до членов порядка μ^2 , имеет вид

$$\tilde{x} = x_0 - \mu\pi[x_0 - \xi y_0 + G_1(x_0, y_0)], \quad (10)$$

$$\tilde{y} = y_0 - \mu\pi[\xi x_0 + y_0 - G_2(x_0, y_0) - A], \quad (11)$$

где

$$G_1(x_0, y_0) = -\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} g(x_0 \cos t + y_0 \sin t, -x_0 \sin t + y_0 \cos t) \sin t dt,$$

$$G_2(x_0, y_0) = -\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} g(x_0 \cos t + y_0 \sin t, -x_0 \sin t + y_0 \cos t) \cos t dt.$$

Рассмотрим, например, осциллятор типа уравнения Ван-дер-Поля [8, 10], т.е. уравнение вида (8) с нелинейностью $g(x, \dot{x}) = -4x^2\dot{x}$. Приближенное точечное отображение $\tilde{T}$ в этом случае будет иметь вид

$$\begin{aligned} \tilde{x} &= x_0 + \mu\pi[x_0(1 - (x_0^2 + y_0^2)) + \xi y_0], \\ \tilde{y} &= y_0 + \mu\pi[-\xi x_0 + y_0(1 - (x_0^2 + y_0^2)) + A]. \end{aligned}$$

Для уравнения Ван-дер-Поля-Дуффинга с $g(x, \dot{x}) = -4x^2\dot{x} - (4/3)x^3$ приближенное точечное отображение $\tilde{T}$ есть [11]

$$\tilde{x} = x_0 + \mu\pi[x_0(1 - (x_0^2 + y_0^2)) + y_0(\xi + \eta(x_0^2 + y_0^2))],$$

$$\tilde{y} = y_0 + \mu\pi[-x_0(\xi + \eta(x_0^2 + y_0^2)) + y_0(1 - (x_0^2 + y_0^2)) + A].$$

Если рассмотреть уравнение (8) с нелинейностью вида кубической параболы $g(x, \dot{x}) = -(4/3)\eta\dot{x}^3$ ($\eta \neq 0$) [12], получим приближенное точечное отображение $\tilde{T}$ вида

$$\tilde{x} = x_0 - \mu\pi[x_0(1 + \eta(x_0^2 + y_0^2)) - \xi y_0],$$

$$\tilde{y} = y_0 - \mu\pi[x_0(\xi x_0 + y_0(1 + \eta(x_0^2 + y_0^2))) - A].$$

А в случае квазигармонического осциллятора с обладающей насыщением нелинейностью $g(x, \dot{x}) = -(\pi/4)E_0 \operatorname{sgn}[\dot{x}]$ [10] приближенное точечное отображение $\tilde{T}$ будет иметь вид

$$\tilde{x} = x_0 - \mu\pi[-x_0 - \xi y_0 + E_0 x_0 / \sqrt{x_0^2 + y_0^2}],$$

$$\tilde{y} = y_0 - \mu\pi[-\xi x_0 - y_0 + E_0 y_0 / \sqrt{x_0^2 + y_0^2} + A].$$

Исследование полученных точечных отображений с явными функциями последования дает известную картину резонансных кривых и областей устойчивости неподвижных точек отображения, соответствующих искомым периодическим решениям [8, 10-12]. Кроме того, исследование поведения траекторий на основе полученных точечных отображений дает примерную картину динамики процессов в реальных системах в случае малых значений параметра μ и может оказаться полезным при качественно-численном исследовании систем в случае, когда параметр μ перестает быть малым.

В заключение хочется отметить, что в условиях дефицита времени задача преподавателя состоит в тщательном отборе математического материала [2]. Причем работа эта должна проводиться совместно с преподавателями профилирующих кафедр. Необходимо как можно точнее определиться с решаемыми студентами прикладными динамическими задачами. И как следствие, во-первых, должным образом подобрать материал базового курса в соответствии с потребностями конкретной специальности (направления подготовки), а во-вторых, предложить специальные математические курсы для конкретных технических специальностей и направлений подготовки.

1. Князева, О. Г. Профессиональная направленность обучения математике в технических вузах // Известия Алтайского государственного университета. Педагогика и психология. – 2012. – С. 17-21.
2. Никифорова С.В., Дорофеева С.И., Ясупов З.Я. Современные разделы математики в инженерном образовании // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2018. – № 6. – С. 208-212.
3. Опалихина О.В. Прикладные аспекты математической теории устойчивости // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2019. – № 7. – С. 226-231.
4. Опалихина О.В. Математические методы решения прикладных технических задач // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2018. – № 6. – С. 189-194.
5. Бутенин Н.В., Неймарк Ю.И., Фуфаев Н.А. Введение в теорию нелинейных колебаний. М.: Наука, – 1987. – 384 с.
6. Антоновская О.Г., Бесклубная А.В. Некоторые предложения по изложению метода функций Ляпунова в образовательном процессе // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – №4(82). – Ч.2. – С.94-98.
7. Неймарк Ю.И. Метод точечных отображений в теории нелинейных колебаний. Изд. 2-е. М.: Книжный дом «Либроком». – 2010. – 472 с.
8. Антоновская О.Г., Бесклубная А.В. Об изложении приложений метода точечных отображений в учебном процессе // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 49. – Ч. 1. – С. 12-17.
9. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981. – 568 с.
10. Антоновская О.Г. О влиянии насыщения нелинейности на результаты исследования принудительной синхронизации методом приближенных точечных отображений // Математическое моделирование и оптимальное управление: Вестник ННГУ. – 1999. – №2(21). – С. 198-208.
11. Антоновская О.Г., Зайцева М.Н. К исследованию синхронизации периодически возмущаемого квазигармонического синтезатора с полиномиальной нелинейностью // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 64. – Ч. 1. – С. 114-120.
12. Антоновская О.Г., Зайцева М.Н. Об одном случае исследования принудительной синхронизации методом приближенных точечных отображений // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – №8(74). – С.7-14.