ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ЕСТЕСТВЕННО – НАУЧНАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

Е.З. Власова
доктор педагогических наук, профессор,
заведующая кафедрой
информационных и коммуникационных
технологий
РГПУ им. А.И. Герцена
г. Санкт- Петербург
vlasova_4@mail.ru

З.С. Кузин
кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры
высшей математики
Государственный университет морского
и речного флота им. адм. С. О. Макарова
г. Санкт- Петербург
vlasova_4@mail.ru

Многовариантность решения задач линейной алгебры в учебном процессе

Рассматриваются модифицированные алгоритмы решения задач линейной алгебры, которые ориентированы на параллельные вычисления

Ключевые слова: численные методы; задачи линейной алгебры; параллельные вычисления

За последние десятилетия информатика стала чрезвычайно актуальной и востребованной областью. С момента своего появления компьютинг рассматривается как определяющая технология в современном мире, а компьютеры превратились в неотъемлемую часть современной культуры и движущую силу экономического роста во всех странах мира.

Эта область продолжает динамично развиваться. Быстрая эволюция дисциплины оказала сильное воздействие и на образование в области информатики, влияя как на содержание преподаваемых дисциплин, так и на педагогические методы. В соответствии с рекомендациями по преподаванию информатики в университетах такие разделы как вычислительная математика, численные методы, высокопроизводительные вычисления являются обязательными для изучения при подготовке IT-специалистов [1, 2, 3].

В статье предлагается разработанный новый нетрадиционный по содержанию курс изучения численных методов линейной алгебры. Его новизна заключается в следующем:

1. Изучаемый материал отличается научностью и большой практической значимостью. Он учитывает современные потребности общества, как в области информатики, так и других, опирающихся на нее наук.

2. Предлагаемый для изучения материал позволяет решить триединую задачу фундаментальности инженерного образования. А именно:

- приобретение студентами инвариантного знания по отношению к другим областям знаний;

- получение интегративного знания, как основы для компетентности и мобильности будущего специалиста;

- развитие познавательных способностей на основе широкого применения методов познания, среди которых выделим способность к обобщению и

переносу, как при изучении теории, так и при выполнении практических работ.

3. Учебный материал позволяет осуществить перенос акцента с процесса передачи информации на процесс профессионально-личностного развития будущего инженера. Это дает возможность студенту овладеть не просто знаниями-умениями, а главным образом знаниями-ценностями, ориентированными на самосознание.

Новизна содержания заключается в том, что студентам для изучения предлагаются не только общеизвестный способ численного решения систем линейных уравнений, например, с последовательным исключением неизвестных по столбцам (метод Гаусса), дополненный вариантами выбора главного элемента (по строкам, по столбцам, по всей матрице), но и богатое многообразие его модификаций, основанное на нетрадиционном структурно-ориентированном преобразовании матрицы коэффициентов, причем, в методе отражены дополнительные возможные варианты параллельных вычислений.

Предлагаемый курс позволяет студентам овладеть междисциплинарными обобщенными понятиями и принципами, как основой научного стиля мышления и деятельностного подхода к приобретению знаний. Он включает изучение вопросов, которые не рассматриваются в учебных программах по линейной алгебре.

В линейной алгебре выделяют пять основных задач: решение системы линейных уравнений (СЛУ); вычисление обратной матрицы A^{-1}; вычисление определителя $\det A$; вычисление собственных значений и собственных векторов; решение оптимизационных задач методами линейного программирования.

В основу решения всех перечисленных задач положены теория линейного преобразования векторов и матриц. Наиболее распространенными являются преобразования типа сдвиг, вращение, отражение, ортогонализация и т.д. На базе этих преобразований организуются различные варианты эквивалентных и подобных преобразований матриц. Матрицы A и $\tilde{A}$, получаемые одна из другой при помощи конечного числа элементарных линейных преобразований, называются эквивалентными $(\tilde{A}\quad A)$, если от матрицы $\tilde{A}$ аналогичными преобразованиями обратно можно перейти к матрице $A\ (\tilde{A}\quad A)$. Эквивалентные преобразования не изменяют ранг матрицы и их используют при решении СЛУ, при вычислении определителя матрицы, при нахождении A^{-1}, в линейном программировании и т.д. При подобных преобразованиях матрица A умножается слева и справа на такую ортогональную матрицу $A = Q^{-1} AQ$, что $Q^{-1} = Q^{т}$, где т - символ транспортирования. Такие подобные преобразования используются при вычислении собственных значений и собственных векторов.

В разработанном курсе студентам предлагается изучение и участие в разработке алгоритмов решения задач линейной алгебры с ориентацией на параллельные вычисления и учет архитектурных особенностей ЭВМ [4, 5, 6]. С целью лучшего понимания и освоения этих сложных задач первоначально им предлагается рассмотрения классического варианта решения задачи. Так например, при решении системы линейных уравнений напоминается, что теория линейного преобразования векторов и матриц обычно используется в прямых численных методах с детерминированным количеством вычислительных операций. К числу которых относятся методы Гаусса, метод вращения, отражения и др. В них на *первом этапе* матрица коэффициентов A системы преобразуется в эквивалентную ей матрицу A треугольной структуры, а на втором этапе решается так называемая треугольная систем уравнений.

Учитывая, что *второй этап* в решении СЛУ различными методами является общим, то первоначально рассмотрим его, полагая, что матрица А преобразована в правую верхнюю треугольную матрицу $\widetilde{A} = R_{в}$, т.е. система имеет вид:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = a_{14};$$
$$--a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = a_{24}; \qquad (1)$$
$$a_{33}x_3 = a_{34}.$$

Корни системы находятся методом подстановки в обратном порядке, поэтому второй этап обычно называют обратным ходом (ОХ). Вычислительный алгоритм ОХ в общем виде описывается следующими формулами:

$$x_n = a_{n,n+1} / a_{nn};$$
$$x_i = \left(a_{i,n+1} - \sum_{j=i+1}^{n} a_{ij} x_j \right) \Big/ a_{ii}; \quad i = (n-1) \div 1. \qquad (2)$$

Следует заметить, что в случае необходимости, можно после преобразования получить в матрице диагональные элементы, равными единице ($\boldsymbol{a_{ii}=1}$) , поэтому деление на $\boldsymbol{a_{ii}}$ выполнять не надо.

Алгоритм обратного хода может быть реализован и с использованием алгоритмов параллельных вычислений. Для этого необходимо вычисленный корень сразу же подставить во все выше расположенные уравнения и преобразовать текущее значение элементов столбца свободных членов по следующему алгоритму, ориентированному на параллельные вычисления.

1. i = n ÷ 1, step (-1) , $\boldsymbol{x_i = r_{i,n+1} / r_{ii}}$;

2. k = (i - 1) ÷ 1 ; $\boldsymbol{r_{k,n+1} := z_{k,n+1} - r_{ki} \cdot x_i}$

В этом алгоритме на этапе прямого хода матрица А приведена к правой верхней треугольной матрице R.

При описании вычислительных алгоритмов первого этапа или прямого хода будем руководствоваться следующими обозначениями: индекс $\boldsymbol{i}$ характеризует ведущую строку; индекс k - ведомую строку; номер обнуляемого $\boldsymbol{i}$ -го столбца матрицы всегда соответствует номеру ведущей $\boldsymbol{i}$ -й строки; новое значение преобразуемого элемента обозначим как $\widetilde{a}_{ij}$, а старое - a_{ij} ; $\boldsymbol{a_{ki}}$ - коэффициент преобразования. Обнуление матрицы по столбцам, т.е. в направлении a_{21}, a_{31} , a_{41}, a_{32}, a_{42}, a_{43}, производится по алгоритму с первой ведущей строкой; обнуление матрицы по строкам, т.е. в направлении a_{21}, a_{31} , a_{32}, a_{41}, a_{42}, a_{43} и т.д., выполняется по алгоритму со второй ведущей строкой. С учетом принятых обозначений студентам предлагается рассматривать некоторые численные методы и алгоритмы преобразования матрицы А к треугольному виду (верхняя правая), полагая, что столбец свободных членов системы уравнений присоединен к матрице А, как (***n*** **+ 1**)-й вектор-столбец. В статье приводятся некоторые из рассматриваемых в предлагаемом курсе методов. Они изложены с позиций параллельности вычислений.

Гауссовский метод оптимального исключения неизвестных разработан на базе использования трех элементарных видов линейных преобразований для левой и правой частей системы уравнений:

1) преобразование перестановки местами двух строк или столбцов;
2) преобразование масштабирования, т.е. умножение всех элементов строки (или столбца) на число, неравное нулю;
3) преобразование типа сдвиг, т.е. прибавление или вычитание к элементам одной строки (или столбца) элементов другой строки (столбца), умноженных на число, неравное нулю.

Алгоритм метода оптимального исключения неизвестных (МОИ) с первой ведущей строкой, т.е. с обнулением матрицы по столбцам под главной диагональю, предлагается для рассмотрения студентам в следующем виде. Для получения нулевых поддиагональных элементов в ***i***-м столбце, первоначально вычисляем коэффициент преобразования a_{ki} для ***k*** -й ведомой строки:

$$\tilde{a}_{ki} = a_{ki}/a_{ii},$$

а затем преобразуем ***k***-ю ведомую строку, вычитая из элементов ведомой строки соответствующие элементы ведущей ***i***-й строки, умноженные на коэффициент преобразования $\tilde{a}_{ki}$:

$$\tilde{a}_{kj} = a_{kj} - a_{ij} \cdot \tilde{a}_{ki};$$

$$i = 1 \div (n-1); \qquad k = (i+1) \div n; \qquad j = i \div (n+1).$$

Выполняя этот алгоритм с одной ***i***-й ведущей строкой последовательно или одновременно (параллельно) со всеми ниже расположенными *k*–ми ведомыми строками, получим нули под диагональю в ***i*** -м столбце, так как при ***j = i*** метод обеспечивает получение нуля в каждой строке на месте коэффициента преобразования a_{ki}.. Это легко проверяется методом подстановки:

$$\tilde{a}_{ki} = a_{ki} - a_{ii} \cdot (a_{ki} / a_{ii}) = 0.$$

Изменяя последовательно номер ведущей строки в диапазоне: $i = 1 \div (n-1)$ и повторяя каждый раз рассмотренную процедуру, получим треугольную систему уравнений: $\tilde{A}X = \tilde{A}_{n+1}$, которая решается по алгоритму обратного хода.

Матричная интерпретация первого этапа МОИ имеет вид:

$$\tilde{A}_j S_{ki} A_j = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\dfrac{a_{ki}}{a_{ii}} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_{ij} \\ a_{kj} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{ij} \\ a_{ki} - \dfrac{a_{ki}}{a_{ii}} a_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{ij} \\ \tilde{a}_{kj} \end{bmatrix}.$$

$$i = 1 \div (n-1), \quad k = (i+1) \div n, \qquad j = i \div (n+1),$$

где $\mathbf{S}_{ki}$ - матрица преобразования типа сдвиг.

При рассмотрении метода внимание студентов обращается на два существенных замечания.

Замечание 1. Если в процессе преобразования встретится диагональный элемент a_{ii}, равный нулю, то целесообразно ***i*** -ю и ***k***-ю строки поменять местами, переходя далее к (k + 1) -й строке.

Замечание 2. Существенный недостаток метода Гаусса заключается в том, что при малых значениях a_{ii} получаются большие вычислительные погрешности при вычислении a_{ki} . С целью компенсации этого недостатка разработаны методы Гаусса с выбором главного элемента, т.е. максимального по модулю элемента, который ставится на место $\boldsymbol{a_{ii}}$ путем перестановки строк и столбцов.

Поиск главного элемента можно осуществлять: по столбцам в пределах $\boldsymbol{i}$ -го столбца; по строкам в пределах $\boldsymbol{i}$ -й строки; по всей матрице в пределах оставшейся, начиная от элемента a_{ii}; по строкам и столбцам с $\boldsymbol{i}$ -м номером.

При более детальном рассмотрении со студентами метода оптимального исключения вместе с ними разрабатывается организация алгоритма со второй ведущей строкой, т.е. с обнулением матрицы по строкам. В этом случае каждая нижняя **k** -я строка, начиная со второй $(k = 2 \div n)$, последовательно преобразуется (k-1) раз в паре с каждой выше расположенной $\boldsymbol{i}$ - ой верхней строкой $(i = 1 \div (k-1))$., причём, элементы всех столбцов матрицы можно обрабатывать одновременно – параллельно. Здесь внешний цикл организуется по индексу $\boldsymbol{k}$, а внутренний – по индексу $\boldsymbol{i}$.

Параллельные вычисления можно организовать и иначе, если в каждом i –ом обнуляемом столбце одновременно – параллельно вычислять коэффициенты преобразования $\mathbf{a_{ki}}$, а затем можно организовать глобальное распараллеливание вычислений, преобразуя последовательно или параллельно все ведомые строки матрицы А с одной и той же **i -ой** ведущей строкой. Структура алгоритмов определяется архитектурой аппаратной части многопроцессорного вычислителя.

Метод вращения обеспечивает наилучшую точность решения СЛУ, поскольку в процессе преобразования элементы матрицы не подвергаются сильным искажениям.

Вычислительная процедура алгоритма с первой ведущей строкой имеет следующую матричную форму записи:

$$\tilde{A}_j = \upsilon^{\grave{o}}_{ki} A_j = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_{ij} \\ a_{kj} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{ij}\cos\alpha + a_{kj}\sin\alpha \\ -a_{ij}\sin\alpha + a_{kj}\cos\alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{ij} \\ \tilde{a}_{kj} \end{bmatrix}$$

$$i = 1 \div (n-1); \quad k = (i+1) \div n; \quad j = i \div (n+1).$$

С помощью матрицы вращения $\mathrm{V}^{\mathrm{т}}_{\mathrm{ki}}$ происходит преобразование векторов $\boldsymbol{i}$ - й и $\boldsymbol{k}$ - ой строк в плоскости $\boldsymbol{j}$ -го столбца.

Для того, чтобы при $\boldsymbol{j} = \boldsymbol{i}$, элемент $\tilde{a}_{ki}$ стал равным нулю, должно выполняться следующее равенство:

$$-\boldsymbol{a_{ii}}\sin\boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{a_{ki}}\cos\boldsymbol{\alpha} = \mathbf{0}\,.$$

Из него следует, что угол поворота α матрицы вращения $\mathrm{V}^{\mathrm{т}}_{\mathrm{ki}}$ необходимо выбирать по элементам $\boldsymbol{i}$ -го столбца $\boldsymbol{a_{ii}}$ и $\boldsymbol{a_{ki}}$, т.е. функции sin и cos должны вычисляться по следующим формулам:

$$\sin\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{a_{ki}} \Big/ \sqrt{\boldsymbol{a}_{ki}^2 + \boldsymbol{a}_{ii}^2}\,; \quad \cos\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{a_{ii}} \Big/ \sqrt{\boldsymbol{a}_{ki}^2 + \boldsymbol{a}_{ii}^2}$$

С этими значениями функций преобразуются все элементы $\boldsymbol{i}$ -й и $\boldsymbol{k}$ -й строк, начиная с $\boldsymbol{i}$ -го столбца и включая столбец свободных членов. При этом проекция $\boldsymbol{i}$ -го вектор - столбца на $\boldsymbol{k}$ -ю ось будет равна нулю, т.е. $\tilde{a}_{ki} = 0$.

Выполняя эту процедуру $(n - i)$ раз с новыми значениями sin и cos под диагональю в $\boldsymbol{i}$ -м столбце, получаем нули.

Принцип организации вычислений аналогичен методу Гаусса. Отличие заключается в том, что на подготовительном этапе вместо $\tilde{a}_{ki}$ здесь рассчитываются функции $\sin\alpha$ и $\cos\alpha$.

Недостаток метода вращения заключается в длительном времени решения задачи. Его частично можно уменьшить, если учесть частные случаи:

1) при $a_{ii} \neq 0$ и $a_{ki} \neq 0$ преобразования выполняются;

2) при $a_{ki} = 0$ преобразования не выполняются;

3) при

$a_{ii} = 0$ и $a_{ki} > 0$ $\cos\alpha = 0$, а $\sin\alpha = 1$; $\tilde{a}_{ij} = a_{kj}$; $\tilde{a}_{kj} = -a_{ij}$;

4) при

$a_{ii} = 0$ и $a_{ki} < 0$ $\cos\alpha = 0$, а $\sin\alpha = -1$; $\tilde{a}_{ij} = -a_{kj}$; $\tilde{a}_{kj} = a_{ij}$;

Случаи 3 и 4 требуют изменения знака при перестановке строк, однако, их можно и не выполнять при решении СЛУ, поскольку в преобразовании участвуют левые и правые части системы уравнений.

Алгоритм метода вращения со второй ведущей строкой имеет такую же интерпретацию, что и в методе Гаусса.

Принципы организации параллельных вычислений во многом совпадают с рассмотренными в гауссовском методе оптимального исключения неизвестных. Например, вычисленные значения тригонометрических функций sin и cos могут быть использованы для одновременного преобразования всех элементов ведущей и ведомой строк . Значения этих функций можно вычислять одновременно по методу цифра за цифрой. Однако, можно предложить и другой вариант преобразования без явного вычисления этих функций. Об этом будет сказано ниже.

Метод тригонометрического сдвига (МТС) разработаем на базе модификации методов вращения и Гаусса. Из метода вращения возьмем принцип вычисления коэффициентов матрицы преобразования, а из методов Гаусса идею сдвига для формирования новой матрицы сдвига :

$$(\mathrm{T}_{ki})_{\mathrm{R}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \text{ или } (\mathrm{T}_{ki})_{\mathrm{L}} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

используя их, соответственно, для получения правых (R) или левых (L) треугольных матриц.

Получая верхнюю правую треугольную матрицу, напишем алгоритм решения СЛУ по МТС в матричном виде:

$$\tilde{A}_j = T_{ki} A_j = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_{ij} \\ a_{kj} \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} a_{ij} \\ -a_{ij}\sin\alpha + a_{kj}\cos\alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{ij} \\ \tilde{a}_{kj} \end{bmatrix}$$

$$i = 1 \div (n-1); \quad k = (i+1) \div n; j = i \div (n+1).$$

$$\sin\alpha = a_{ki} / \sqrt{a_{ki}^2 + a_{ii}^2}\ ; \quad \cos\alpha = a_{ii} / \sqrt{a_{ki}^2 + a_{ii}^2}$$

Этот метод позволяет увеличить быстродействие метода вращения в два раза, так как ведущая строка не преобразуется, и одновременно, улучшается точность решения задачи из-за меньших искажений элементов ведущих строк.

Метод тригонометрического сдвига можно успешно использовать и для параллельных вычислений, учитывая автономность преобразования всех ведомых строк, т. е. кроме одновременного преобразования всех элементов строки, возможна и организация глобального распараллеливания, если одновременно подготовить значения тригонометрических функций по элементам обнуляемого столбца. Кроме того, можно использовать и параллелизм вычислений метод цифра за цифрой для быстрого вычисления элементарных функций.

Метод умножения является модификацией метода тригонометрического сдвига. Если умножить матрицы преобразования $(T_{ki})_R$ и $(T_{ki})_L$ на соответствующие матрицы масштабирования с коэффициентом $R = \sqrt{a_{ii}^2 + a_{ki}^2}$, то получим следующие матрицы преобразования для правых (R) и левых (L) треугольных матриц

$$(U_{ki})_R = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{ki} & a_{ii} \end{bmatrix};$$

$$(U_{ki})_L = \begin{bmatrix} R & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{ii} & -a_{ki} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Вычислительный алгоритм первого этапа решения системы линейных уравнений по методу умножения запишем в матричной форме:

$$\tilde{A}_j = (U_{ki})_R \cdot A_j = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{ki} & a_{ii} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_{ij} \\ a_{kj} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{ij} \\ -a_{ij}a_{kj} + a_{kj}a_{ii} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \tilde{a}_{ij} \\ \tilde{a}_{kj} \end{bmatrix};$$

$$i = 1 \div (n-1); \quad k = (i+1) \div n; \quad j = i \div (n+1).$$

По сравнению с методом Гаусса (схема единственного деления) этот алгоритм выполняется по схеме умножения. Этот метод по быстродействию уступает гауссовскому алгоритму, но зато обладает лучшей вычислительной устойчивостью.

Метод умножения целесообразно применять, если непосредственное умножение выполнять по параллельному варианту метода цифра за цифрой. И тогда получится быстрый и устойчивый вариант преобразования матриц.

С одной ведущей строкой можно одновременно преобразовывать все ведомые строки без предварительного вычисления коэффициента преобразования. И в этом его главное преимущество для организации параллельных вычислений.

Литература

1. *Воеводин В. В.* Массивный параллелизм и декомпозиция алгоритмов // Ж. Вычислительная математика и математическая физики. - 1995. - Т. 35, № 6. - С. 988 – 996.
2. *Воеводин В. В.* Математические основы параллельных вычислений.– М.: МГУ,1991.– 345 с.
3. *Валях Е.* Последовательно– параллельные вычисления / Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 456 с.
4. *Кузин З*.С., *Власова Е. З.* Решение систем линейных уравнений Учебное пособие,- СПб, Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2000.-92 с.
5. *Власова Е. З., Кузин З.С.* Алгоритмы параллельных вычислений в решении задач линейной алгебры // Информатика – современное состояние и перспективы развития: Сб. материалов Международной научной конференции. - СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 1998. – С. 18 – 20.
6. *Власова Е.З., Кузин З.С.* Модели факторизации матриц в задачах математической физики // Современные проблемы обучения физике в школе и вузе: Сборник материалов Международной научн. конф. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 1999. – С. 181 – 185.

Н.Н. Авдеева

кандидат педагогических наук,
доцент кафедры высшей математики
«БГАРФ» ФГБОУ ВПО «КГТУ»
ipp_bga_rf@mail.ru

Тестирование как прогрессивный метод текущего контроля знаний учащихся

Рассматривается методика применения бланочного тестирования знаний курсантов в процессе изучения высшей математики

Ключевые слова*:* текущий контроль знаний; тестирование; высшая математика

Проведение эффективного учебного процесса не представляется возможным без систематического контроля знаний, который является важным элементом процесса обучения. В методической литературе обычно выделяют следующие виды контроля: предварительный, текущий, итоговый.

Предварительный контроль необходим для получения сведений об уровне познавательной деятельности учащегося. Он позволяет определить исходный уровень знаний, умений и навыков учащихся, чтобы использовать его как фундамент, ориентироваться на допустимую сложность учебного материала.

Текущий контроль является одним из основных видов проверки становления знаний, умений и навыков учащихся. Периодический контроль позволяет определить качество усвоения учебного материала по определенным темам. Примером могут служить контрольные работы, которые проводят обычно два – три раза в семестр. С помощью данного вида контроля обобщается и проверяется усвоение целого раздела, выявляются взаимосвязи с другими разделами.

Итоговый контроль направлен на проверку конечного результата обучения. Это интегрирующий контроль, который позволяет судить об общих достижениях учащихся. При подготовке к нему происходит более углубленное обобщение и систематизация учебного материала, что позволяет поднять знания на новый уровень.

Переход на двухуровневую систему образования в соответствии с федеральным государственным стандартом третьего поколения, требующем реализации профессиональных и общекультурных компетенций; увеличение в учебных планах доли самостоятельной работы студентов в ущерб количеству лекционных и практических занятий, интенсификация труда преподавателя в виде увеличения нагрузки приводят к сокращению времени для текущего контроля знаний студентов.

Поэтому все большее значение приобретает тестирование, которое может выполнять не только контролирующие, но и обучающие функции. Тестирование приобрело популярность потому, что может охватить большой объем программы, сокращая время проверки знаний, позволяет дать объективную оценку качества подготовки обучаемого, повышает производительность труда преподавателя.

Тестирование часто приходится одновременно проводить в большом числе групп, что приводит к нерациональному использованию компьютерных классов и времени, отведенного на аудиторные занятия. При отсутствии возможности регулярного тестирования в компьютерной форме оно может проводиться и в традиционной бланочной форме.

Опыт преподавателей, проводящих тестирование, приводит к следующим принципам составления тестовых заданий.

1) В тестах должны проверяться знания всех основных вопросов раздела, включая и теоретические.
2) Сложность вычислений необходимо свести к минимуму.

3) Форма ответов, по возможности, должна быть открытой.

4) Теоретические вопросы и ответы к ним не должны быть стандартными формулировками из учебника, а требовать понимания изучаемого материала и могут формулироваться в виде задач.

5) Структура вариантов единообразна, задания подобны, но состоят из разных вопросов и разного числового материала.

6) Каждый вариант содержит 10 заданий, что удобно для пересчета в любую систему оценки, в том числе и бально-рейтинговую.

7) Желательно, чтобы тесты и ответы к ним были готовы для использования в компьютерной форме.

Тестирование позволяет дать оценку знаний на каждом этапе изучения нового материала. Объективность оценки тестовых заданий обеспечивается за счет применения единых критериев. Традиционной системой оценки знаний является 5-балльная. Если из 10 тестовых заданий выполнено 5-6 – оценка 3; 7-8 – оценка 4; 9-10 – оценка 5.

Приведем пример некоторых тестовых заданий, которые используются при текущем контроле знаний по математике курсантов судомеханического факультета БГА РФ.

Тест №1.

Матрицы. Определители. Системы линейных уравнений

№	Задание	Варианты ответов
1	Даны матрицы А=$\begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix}, B=\begin{pmatrix}-1 & 0\\ 2 & 1\end{pmatrix}$. Найти матрицу С=2А+3В.	$1) C=\begin{pmatrix}-1 & 4\\ 12 & 11\end{pmatrix}; 2) C=\begin{pmatrix}-1 & 2\\ 12 & 5\end{pmatrix};$. $3) C=\begin{pmatrix}-1 & 4\\ 2 & 5\end{pmatrix}$
2	Какие из данных матриц могут быть перемножены? $A=\begin{pmatrix}1 & -3\\ 2 & 4\end{pmatrix}, B=\begin{pmatrix}3 & 5 & 1\\ 5 & 0 & 7\end{pmatrix}, C=\begin{pmatrix}1 & 0 & -2\\ 6 & 4 & 8\\ 3 & 1 & 5\end{pmatrix}.$	1) А и В; 2) В и С; 3) А и С; 4) С и В.
3	1) Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}-1 & 0\\ 2 & 3\\ 4 & 1\end{pmatrix}, B=\begin{pmatrix}2 & 5 & 1\\ 3 & 0 & -1\end{pmatrix}$. Найти элемент C_{32} матрицы С=АВ.	$1) C_{32}=-1; 2) C_{32}=20;$ $3) C_{32}=-2$
4	Дана матрица $A=\begin{pmatrix}2 & 4\\ 0 & 1\end{pmatrix}$. Обратной ей является матрица	$1) A^{-1}=\begin{pmatrix}\frac{1}{2} & -2\\ 0 & 1\end{pmatrix}; 2) A^{-1}=\begin{pmatrix}1 & -4\\ 0 & 2\end{pmatrix};$ $3) A^{-1}=\begin{pmatrix}\frac{1}{2} & 0\\ -2 & 1\end{pmatrix}$
5	Определить ранг матрицы $A=\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\ 2 & 4 & 6\\ 1 & 1 & 1\end{pmatrix}$.	1) R=3, 2) R=2, 3) R=1.

6	Решением матричного уравнения AX=B, где A и B квадратные матрицы одного порядка, является матрица X.	1)$X = BA^{-1}$; 2)$X = B^{-1}A$; 3)$X = BA$; 4)$X = A^{-1}B$
7	Вычислить определитель $\Delta = \begin{vmatrix} 2 & 4 & 5 \\ 3 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & 1 \end{vmatrix}$	1) -6; 2) -18; 3) 18; 4) 6.
8	Как изменится определитель, если к его первой строке прибавить третью строку, умноженную на 5?	1) увеличится в 5 раз; 2) не изменится; 3) изменит знак; 4) станет равным нулю.
9	) Дана система линейных уравнений: $\begin{cases} 3x+2y=8 \\ x-y=1 \end{cases}$. Найти вспомогательный определитель Δ_x.	1) -5; 2) -10; 3) -26; 4) 10.
10	Сколько решений имеет однородная система уравнений $\begin{cases} x+y-2z=0 \\ 3x+y+z=0 \\ 4x+2y-z=0 \end{cases}$?	1) единственное решение; 2) бесконечно много решений; 3) конечное число решений.

Тест №2. Прямая линия на плоскости

№	Задание	Варианты ответов
1	Даны вершины треугольника: A(-2,0), B(2,4), C(4,0). Укажите координаты середины отрезка AB.	1) M(-2,2); 2) M(0,2); 3) M(1,0); 4) M(0,4).
2	Составьте уравнение прямой AB.	1) x-y+2=0; 2) x-2=0; 3) y=x-2; 4) x+y-2=0.
3	Определите угловой коэффициент прямой 3x-4y+6=0.	1) к=3; 2) к=3/4; 3) к=4/3; 4) к=-3/4.
4	Найдите ординату точки пересечения прямой 3x-4y+6=0 с осью OY.	1) – 2; 2) 3/2; 3) 6; 4) -3/2.
5	Общее уравнение прямой, пересекающей ось OX в точке A(3,0), а ось OY в точке B(0,5) имеет вид: 1) $\frac{x}{3}+\frac{y}{5}=1$, 2) $\frac{x}{5}+\frac{y}{3}=1$, 3) 5x+3y-15=0, 4) 5x+3y=1.	1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
6	Какие из прямых проходят через начало координат? 1) x-y=0, 2) 2x-3y=5, 3) y=5, 4) y=0, 5) 5x-1=0.	1) 1; 2) 1 и 4; 3) 1 и 5; 4) 3 и 4.
7	При каком значении «к» прямые 5x-3y+2=0 и y=кx+1 параллельны?	1) к=5; 2) к=3/5; 3) к=5/3; 4) к=3.
8	При каком значении «к» прямые 2x-5y+2=0 и y=кx+1перпендикулярны?	1) к=-2; 2) к=2/5; 3) к=5/2; 4) к=-5/2.
9	Определите координаты точки пересечения прямых: x-2y+1=0 и 3x+y-4=0.	1) (1,1); 2) (-1,1); 3) (1,3); 4) (2,2).

10	Найдите расстояние от точки М(1,0) до прямой 3х+4у-10=0.	1) 7; 2) к=-7/5; 3) к=7/5; 4) к=3/5.

Опыт показывает, что тесты позволяют в рамках традиционной системы обучения осуществлять регулярную проверку знаний каждого курсанта, что стимулирует курсантов к систематической самостоятельной работе с целью достижения высоких результатов, а у преподавателя появляется дополнительная информация об уровне знаний обучаемых. Это дает ему возможность управлять познавательной деятельностью каждого курсанта и повышать качество обучения.

Литература

1. Гришанова Н.А. Тестовый контроль знаний и умений студентов: методические рекомендации. – М.: ИПК СК, 1997.- 34с.
2. Оленикова Ю.К., Ройтенберг В.Ш. О бланочном тестировани студентов по математике. Математика и ее приложения. Межвуз. Сб. научных трудов. – Спб: издательство СПВУК, 2009.- Вып 2 – с. 81-87.

А.В. Пец
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры высшей математики
«БГАРФ» ФГБОУ ВПО «КГТУ»
pets119@rambler.ru

И.И. Раздорской
учитель физики
МАОУ лицей №18
г. Калининград
pets119@rambler.ru

Дидактические функции виртуальных приборов в системе подготовки будущих инженеров

Приведены примеры лабораторных практикумов, с использованием цифровых измерительных комплексов. Выделены свойства и дидактические функции технологии виртуальных приборов. Сделан вывод о перспективности полионтологического подхода к проектированию условий обучения бакалавров физико-технических университетов и одаренных студентов.

Ключевые слова: принцип полионтизма; виртуальные приборы; лабораторный практикум; профессиональная педагогика; развитие одаренных детей

Включение электронных цифровых технологий в образовательный процесс технического университета ставит ряд проблем, решение которых многие исследователи ищут в областях объединения различных наук (информатики, математики, эргономики, психологии, гигиены и др.). В частности, недостаточно изучен вопрос о дидактических функциях и интерфейсах виртуальных приборов по естественнонаучным дисциплинам.

В данной работе, учебные занятия (лабораторные, лекционные, практические) с использованием компьютерных измерительных комплексов мы рассматриваем как класс эргатических систем. Под эргатической системой будем понимать любую систему, в которой обязательным элементом является человек или коллектив людей взаимодействующих со сложным техническим устройством. Следует отметить, что в настоящее время нет общепринятой классификации эргатических систем.

В этой связи, мы выделяем междисциплинарный подход профессора Носова Н.А., получивший название «Виртуальная психология» [1]. Методологической базой виртуальной психологии является раскрытие оппозиции двух категорий реальности: виртуальной и константной.

На основе изучения, в частности, системы (оператор) – (приборный комплекс управления самолетом), постулируется [1] «принцип полионтизма»: равноправности исходной КР и порождаемой ВР. В константной реальности (КР) «происходит обычный, привычный ряд событий, переживаемый человеком обычным образом». Активность человека в константной реальности порождает объекты виртуальной реальности (ВР). Обзор различных философских трактовок виртуальной реальности проведен в [2,3].

Подчеркнем, что онтологически КР и ВР различаются, но они равноправны при описании закономерностей развития наблюдаемых и скрытых природных явлений. Подобная ситуация имеет место, например, в квантовой физике. В теории квантовых представлений доказано, что импульсное описание физического состояния микрочастицы тождественно координатному описанию. Вместе с тем, одновременное измерение импульса и координаты частицы всегда сопровождается неопределенностями числовых значений (В. Гейзенберг), но они взаимно дополняют друг друга (Н. Бор).

Принцип полионтизма привлекался к анализу виртуальных реальностей различной природы (компьютерной, математической, социальной, медицинской и др.) [4,5]. Приложения принципа к профессиональной педагогике рассматривались в [6].

Современные информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) обладают дидактическими свойствами и функциями, описание которых дано в работах Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркиной и М.В. Моисеевой [7]. Под дидактическими функциями информационных технологий понимаются внешние проявления средств ИКТ, используемые в эргатической системе для реализации поставленных педагогических целей.

Одним из существенных дидактических свойств Интернет технологий является интерактивность. Понятие «интерактивность» обычно определяют только как диалог в эргатической системе. Однако при этом не учитывают быстроту получения отклика от виртуального объекта. Поэтому мы выделяем в самостоятельное дидактическое условие функционирования образовательного цифрового ресурса (дистанционного или локального) принцип реального масштаба времени, как возможность осуществления полноценного информационного диалога во время учебного занятия.

Вместе с тем, при подготовке студентов инженерных специальностей, современные государственные образовательные стандарты большое значение уделяют формированию компетенций связанных с умением планировать экспериментальные исследования, проводить измерения физических величин и др. Поэтому актуальным является переход от чисто информационного обучения к дидактической системе, развивающей познавательные способности студентов, обучению технологиям продуцирования научного знания.

Дальнейшее внедрение ИКТ в образование состоит, по нашему мнению, во включении в цифровой ресурс высшей школы технологии виртуальных приборов. Подчеркнем, что термин «виртуальный прибор» является собирательным образом метаморфозы персонального компьютера в метрологический измерительный комплекс. Умение использовать виртуальные приборы в профессиональной деятельности становится элементом информационной культуры не только современного инженера, но и преподавателя естественнонаучных дисциплин. Применение графического программирования виртуальных приборов при подготовке учителей средних школ рассматривалось в [8].

На основе накопленного опыта проектирования цифровых средств измерений в математике и физике, мы выделяем пять базовых дидактических свойства объединения технологиивиртуальных приборов с ИКТ: 1) интерактивность; 2) потоковое мультимедиа реального времени (англ. stream media); 3) комплексное измерение физических величин; 4) визуализации быстропротекающих физических и технических процессов (цифровые осциллографы, графопостроители и т.д.); 5) возможность наблюдения физических явлений в различных пространственных измерениях и масштабах.

Отметим, что в теории дистанционного обучения [7] рассматривают два базовых дидактически свойства телекоммуникаций: интерактивность и скорость передача мультимедийной информации, на основе которых строится 20 дидактических функций. Естественно, в нашем подходе спектр дидактических возможностей существенно расширяется, и дополнительно возникает 13 новых дидактических функций, существенных для решения задач профессиональной педагогики. Далее приведены практические иллюстрации некоторых новых дидактических функций разработанных лабораторных практикумов по физике с привлечением технологии виртуальных приборов

Наблюдение и иллюстрирование сложных физических явлений. Законы движения частиц в магнитном поле лежат в основе многих физических явлений и технических устройств [9]: полярное сияние, магнитосфера, циклотрон, токамак, детекторы заряженных частиц и др. В известных лабораторных практикумах взаимодействие частиц с магнитным полем иллюстрируют движением по окружности. В отличие от них, использование скрещенных цифровых камер в предлагаемой экспериментальной установке позволяет количественно исследовать общий вид траектории заряженной частицы в магнитном поле: винтовую линию. Фотография экспериментальной установки показана на рис.1.

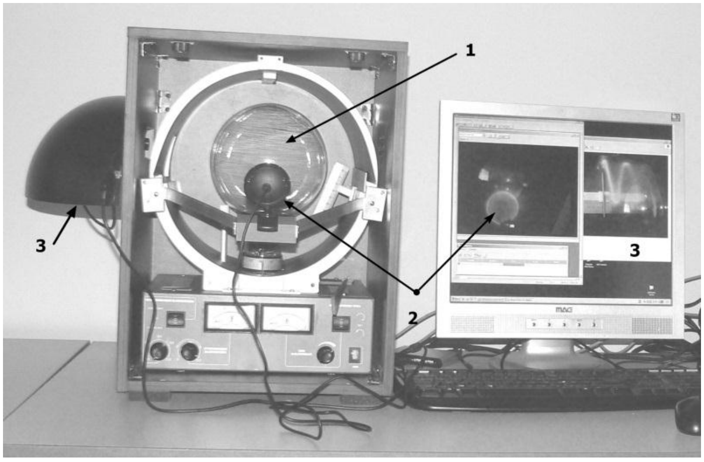

Рис.1. Лабораторный измерительный комплекс по изучению движения заряженных частиц в постоянном магнитном поле.

Источником заряженных частиц служит электронная пушка, размещенная внутри стеклянной колбы 1 заполненной аргоном малой плотности. Две веб-камеры с оптическими осями вдоль 2 и поперек 3 направления магнитного поля позволяют отображать электронный пучок в двух взаимно перпендикулярных проекциях, а также соответствующие масштабные метки. Одновременно можно регистрировать и менять пять различных физических величин: U - ускоряющее напряжение в электронной пушке, B – индукцию магнитного поля, φ – угол между электронным пучком и направлением магнитного поля, радиус R и шаг L винтовой траектории элементарного электрического заряда.

Формирование методов научного познания. Нахождение математической закономерности. При фиксированном угле φ, время полного оборота заряженной частицы по винтовой линии не зависит от скорости, поэтому: $R = \dfrac{L \cdot tg\,\varphi}{2\pi}$. Результаты проверки формулы представлены на рис.2.

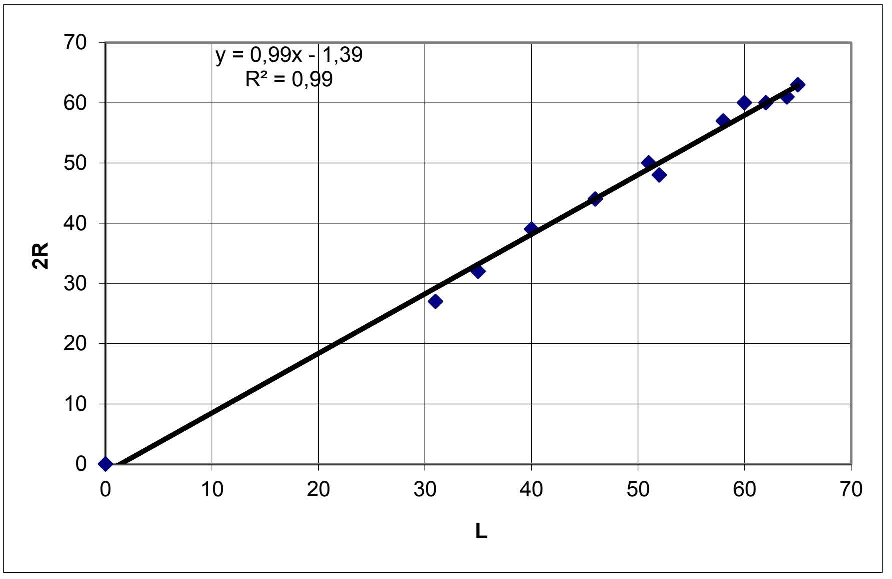

Рис.2. В эксперименте наблюдается пропорциональность между радиусом и шагом винтовой линии, что доказывает существованием циклотронного периода. На графике указана достоверность аппроксимации R^2=0,99.

Развитие физического мышления. Установка позволяет наблюдать изменения траектории пучка электронов при различных значениях величины и направления магнитного поля **B** (см. рис.3).

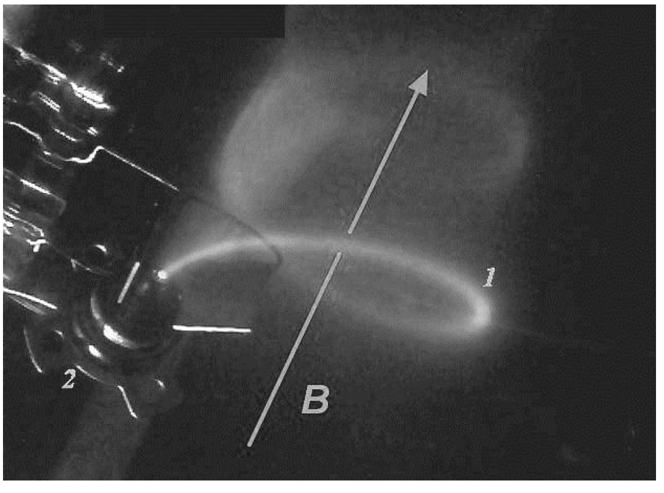

Рис.3. Движение заряженной частицы в постоянном **B** магнитном поле. 1 - траектория электронного луча, 2 - электронная пушка.

Виртуальные приборы как средство продуцирования знаний.

Дифференциация обучения. При движении тел в вязких средах обычно используют закон Стокса. Однако если тело движется в туннеле, то силы инерции преобладают над силами вязкости и закон Стокса может нарушаться. Экспериментальная задача состоит в необходимости измерения мгновенной скорости. Подобные проблемы выходят за рамки школьной программы по физике, но они могут стать темой научных исследований учащихся, если использовать технологию графического программирования виртуальных приборов. Нами проводится долговременный педагогический эксперимент по данной гипотезе.

В частности, по разрабатываемой педагогической технологии в 2014 – 2015г.г. осуществлялось научное руководство исследовательской деятельностью учащихся ряда школ МАОУ г. Калининграда. На различных школьных конференциях регионального и Всероссийского уровней, олимпиадах по физике получены положительные отзывы экспертов, состоящие в награждении участников проекта дипломами победителей и призеров. Например, Иван Ромашенко (ученик 11 класса МАОУ СОШ № 26, учитель - Гулакова Н.В.) стал абсолютным победителем соревнований молодых исследователей программы «Шаг в будущее» в Северо-Западном федеральном округе РФ, а затем призером заключительного Всероссийского форума (март 2015г).

На рис.4 показан экран виртуального графопостроителя используемого на практических занятиях с учащимися средних школ по изучению падения тел в различных средах.

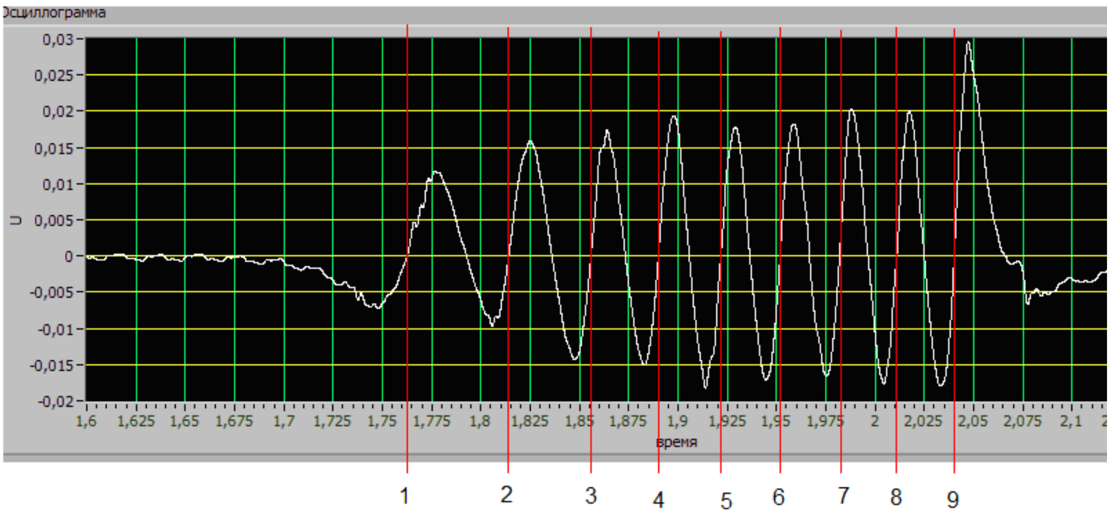

Рис.4. Виртуальный прибор позволяет определять моменты времени прохождения телом датчиков с погрешностью 1мс в интервале шириной 5с.

Таким образом, проведенные исследования показывают перспективность полионтологического подхода, как важного принципа проектирования цифрового образовательного ресурса и системы подготовки бакалавров физико-технических университетов к инженерной и преподавательской деятельности.

Кроме того, предлагаемый подход адаптируется как к программам обучения учащихся профильных средних учебных заведений, так и к созданию индивидуальных условий развития одаренных детей.

Литература

1. Носов Н.А. Виртуальная психология. – М.: «Аграф», 2000. – 432с.
2. Таратута Е.Е. Философия виртуальной реальности – СПб., 2007. - 147с.
3. Гаврилов А.А. Основные подходы к определению категории «виртуальная реальность» в современном философском дискурсе // Молодой ученый. - 2012. №9. - С. 162-166.
4. Пронин М.А., Юрьев Г.П. Введение в виртуалистику: уч. пособие. – Саранск, 2008. – 130с.
5. Юхвид А.В. Эвристические возможности компьютерных виртуальных технологий: автореф. дисс.... канд. филос. наук. - Москва, 2003.
6. Пец А.В. К теории профориентированного обучения в условиях расширения функций цифровых технологий. Полионтологический подход // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: Психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального

образования): научный рецензируемый журнал./ Под ред. д-ра пед. наук, проф. Г.А. Бокаревой. - Калининград: Изд-во БГАРФ, 2013. - №2(24). - С.156-166.

7. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В. Теория и практика дистанционного обучения : учеб. метод. пособие. М.: Академия, 2004. – 416с.
8. Константинян Т.К. Система обучения информатике будущих учителей химии и биологии, основанная на использовании технологии графического программирования: автореф. дисс. ... канд. пед. наук. М., 2011.
9. Арцимович Л.А., Лукьянов С.Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. М.: Наука, 1978. - 224с.

В.М. Усатова
кандидат педагогических наук,
доцент кафедры высшей математики
«БГАРФ» ФГБОУ ВПО «КГТУ»
valusat@yandex.ru

Моделирование как метод системного мышления в обучении математике инженеров

Показано, что функционально-математическое моделирование является одним из методов системного мышления, которое является не столько средством получения нового знания, как развивающим метод познания

Ключевые слова: функционально-математическое моделирование; системное мышление

На заседание Совета при Президенте по науке и образованию (23 июня 2014 года), В. Путин отметил, что «Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства».

Действительно весь образовательный мир обеспокоен подготовкой высококвалифицированных инженеров, владеющих высоким уровнем познавательных методов (синтеза, анализа, обобщения, аналогии, абстрагирования, моделирования и др.) И здесь возникает много проблем.

Главная проблема, это влияние педагога на обучаемого, при котором студент не столько получает большое количество знаний по предмету, но и межпредметные знания, которые ему позволяют синтезировать, обобщать, прогнозировать изучаемый объект.

Но для этого преподаватель должен обладать такими компетенциям, что бы обучая пробуждать мотивацию учащихся к методом знания и получения новых знаний, а также их применения в настоящим и будущем, т.е. обладать методами системного мышления.

Одним из методов системного мышления является моделирование, которое является не столько средством получения нового знания, как развивающим метод познания.

Нами введено понятие «функционально-математическое моделирование», которое при обучении будущих инженеров математике, определяет мыслительный процесс как аспект инженерного мышления и методологической культуры в целом.

Под функционально-математическим моделированием мы понимаем процесс построения модели, которая выполняет определенные функции, как в системе методов познания, так и в познании самого действительного процесса, который этой моделью описывается. При этом, нами детерминирован не алгоритм построения моделей изучаемого явления, а функциями этих моделей в развитии методов познания действительности как аспекта методологической культуры инженера, обучаемого математике.

Мы выделили виды моделей: формальные, графические, наглядно-эмпирические, информационно - виртуальные и определили наиболее важные функции этих моделей в развитии интеллектуальных возможностей будущих инженеров.

К формальным мы отнесли модели в виде различного рода аналитического описания процессов, явлений, объектов и т.д..

К графическим - модели, в которых объект изображается в виде графа, графика рисунка, карты, чертежа.

К наглядно-эмпирическим - математические модели, знаковые, матричные. К информационно-виртуальным - модели в виде компьютерных программ и другого компьютерного ресурса.

Есть и другие виды моделей, но мы ограничились этими.

Функции моделей в становлении и развитии методологической культуры обучаемого нами представлены в двух группах: к первой отнесены инвариантные, ко второй – специфические (для инженерной деятельности).

Инвариантные функции (методологическая и гносеологическая), выделенные в составе четырех названных видов моделей, способствуют:

- формированию системного анализа явлений;
- сравнительного анализа их моделей;
- математической формализации модели;
- виртуального изображения модели.

Специфические функции (объясняющая, интегративная, трансформирующая, имитационная) как показало исследование способствуют:

1) формированию многообразия способов описания объектов познания в наглядном и компактном виде;
2) доказательности единственности геометрического изображения объекта;
3)интеграции методов познания для моделирования компьютерных программ;
4) трансформации знаний при моделировании; поиску возможностей имитационного воздействия на виртуальные модели изучаемого объекта;
5) поиску имитационных процессов в виртуальном пространстве и др.

Функции моделей в познании реальных процессов действительности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Функции моделей в познании реальных процессов действительности

Модели	Функции					
	инвариантные		специфические			
	методологическая	гносеологическая	объясняющая	интегративная	трансформирующая	имитационная
Формальные - это модели в виде различного рода аналитического описания процессов, явлений, объектов и т.д.	Расширение возможностей приложений изучаемого действительного процесса в результате его системного представления	Приобретение, накопление и сохранение знаний об изучаемых объектах, процессах и т.д.	Способ (метод) описания изучаемого объекта, процесса и т.д.	Синтезирует различные системы знаний и методов их изучения и приложения	Трансформирует системы межнаучных знаний	Различные виды имитации реальных объектов и процессов
Графические - это модели, в которых объект изображается в виде графа, графика рисунка, карты, чертежа и т.д.	Выполняет функцию сравнительного анализа, изучаемых объектов, представленных различными моделями	Делает невидимое и абстрактное «видимым».	Возможности предвидения результата, обозримости наглядности, компактности и т.д.	Способствует развитию конструктивно геометри-ческого воображения	Описательно трансформирует знания инженерной графики в процесс построения графической модели	Имитирует процесс в виде графической модели, инициирует имитационное воздействие на виртуальный объект
Наглядно-эмпирические - это математические	Замена исходного объекта его «образом» в виде	Модель как инструмент познания, с помощью	Возможность представления различных процессов в виде	Интегрирует знания математики со знаниями	Трансформирует математические знания в	Процесс имитируется путем математических формул

модели, знаковые, матричные и т.д.	математической формализованной записи	которого изучается объект действительности	одной математической модели	естественно-научных, общетехнических, профориентированных дисциплин	изучение других дисциплин	
Информационно-виртуальные - это модели в виде компьютерных программ и другого компьютерного ресурса	Виртуальное изображение изучаемых процессов в компьютерных программах	Информация как материальность, виртуальная предметность может быть подвергнута воздействию, преобразована необходимым образом	Возможность перспективного развития изучаемого объекта, процесса.	Выполняют интеграционную функцию на основе использования компьютерных программ, ресурсов Интернета	Трансформируют знания информационно-компьютерных технологий	Имитируют процессы в виртуальном пространстве

Обучение математике мы проводим, создавая проблемные ситуации моделирования изучаемых явлений. Что потребовало специальной технологии, (как системного дидактического метода), где дидактической единицей служит ситуационная задача, которая включает в себя условия (описание ситуации и исходные данные) для решения которой необходимо построить целевую ситуативную модель, исследовав которую можно сделать выводы о решении реальной профессиональной задачи.

Например, педагогическая ситуация для решения навигационной задачи на определение расстояний «включает» обучаемых в деятельность: актуализации знаний сферической тригонометрии, векторной алгебры, математических основ судовождения, астрономии, физики; интеграции этих знаний для формализованной постановки задачи; нахождения вида модели этой задачи; отыскания метода исследования этой модели (путем аналогии, сравнения, обобщения и др.).

Такая последовательность умственной деятельности студента, создаваемая преподавателем, не позволяет студенту мыслить отвлеченно, что способствует не только усвоению знаний, отраженных в модуле, но и формирует познавательные умственные действия определенного уровня (в зависимости от предметного содержания модуля) в составе «готовности студента к функционально-математическому моделированию».

Проблемные ситуации могут создаваться на всех этапах процесса обучения: при объяснении, закреплении, контроле и т.д.

Нами был разработан профориентированный курс «Линейная алгебра и аналитическая геометрия в содержательных модулях», содержание которого отражает функции моделей в познании и структурируется в целевые, информационные и операционные междисциплинарные содержательно-предметные модули.

Взаимосвязи этих процессов (дидактического принципа модульного структурирования предметного содержания, ситуативной технологии включения в учебно-познавательную дидактическую «среду» (на практических занятиях) и составляют необходимое единство педагогических условий, способствующих формированию высококвалифицированных инженеров обладающих методами системного мышления.

Литература

1. Бокарева Г.А. Методологическая целостность педагогической теории // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: Психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального образования): научный журнал / Под ред. д-ра пед. наук, проф. Г.А. Бокаревой. - Калининград: Изд-во БГАРФ, 2008.-№1(5)

2. Бокарева Г.А. Сущностное развитие структурирования педагогических систем // Известия БГАРФ: психолого-педагогические науки. Научный журнал. - Калининград: Изд-во БГАРФ, 2014. - № 4(30). – С.7-10.

3.Усатова В.М. Формирование готовности к математическому моделированию как профессиональной компетентности радиоинженера // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота:

Психолого-педагогические науки: научный журнал.– Калининград: Изд-во БГАРФ, 2008. – № 2(6).
4. Усатова В.М. Технология «ситуативного включения» при обучении математике в морском техническом вузе // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: Психолого-педагогические науки: научный журнал, – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ» Издательство БГАРФ, 2013.- №3(25).