

## ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ДИДАКТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМООБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

© 2014 Р.Н. Черницына

Самарский государственный университет путей сообщения

Статья поступила в редакцию 30.06.2014

В статье рассматривается инновационный подход к организации самообразовательной деятельности студентов технических университетов с помощью модульного представления дидактической базы. Системообразующим фактором формирования модулей является матричная модель познавательной деятельности.

*Ключевые слова:* самообразовательная деятельность студентов, познавательно-деятельностная матрица, модуль учебной дисциплины.

На кафедре «Высшая математика» Самарского государственного университета путей сообщения разрабатывается инновационный подход к организации самообразовательной деятельности студентов на основе матричной модели познавательной деятельности (таб. 1), согласно которой усвоение учебной информации можно рассматривать как «движение» по элементам познавательно-деятельностной матрицы<sup>1</sup>. Используя данную матрицу в качестве системообразующего фактора можно систематизировать учебный материал по уровням сложности, структурировать задачи на учебные элементы и организовать дозированную самообразовательную деятельность студентов. Учебно-методические пособия, созданные на основе матричной модели познавательной деятельности, состоят из четырех модулей, каждый из которых имеет различный уровень сложности. Первый модуль содержит простейшие задачи первого уровня сложности, второй – задачи второго уровня сложности и т.д. С целью эффективного формирования системности знаний студентов предлагается усвоение учебного материала начинать с решения простейших заданий и постепенно двигаться к самому сложному заданию четвертого уровня  $Y_{44}$ . Первый модуль, содержащий, как правило, учебные задания на основные определения и понятия является наиболее объемным. Без умения решать задачи первого уровня сложности нельзя продвинуться дальше.

Познавательные уровни усвоения учебной

информации  $\psi_i, i = \overline{1,4}$  и деятельностные уровни  $d_j, j = \overline{1,4}$  объединены в матрицу размера  $4 \times 4$ , где каждое сочетание пар  $(\psi_i, d_j)$  будет соответствовать определенному количеству учебной информации. Отсюда следует, что количество усвоенной студентом учебной информации на  $i$ -том познавательном  $j$ -том деятельностном уровне можно записать в виде:  $Y_{ij} = F(\psi_i, d_j)$ ,  $i, j = \overline{1,4}$ .

Из таб. 1 видно, что рассматриваемая структура познавательной деятельности, в основе которой лежат не только психологические процессы, но и виды деятельности, позволяет представить освоение студентами учебного материала как «движение» по элементам  $\psi d$  – матрицы размером  $4 \times 4$ , составленной из перечисленных выше познавательных и деятельностных уровней. При этом каждому из элементов этой матрицы соответствует вполне определенное количество усвоенного учебного материала  $Y_{ij}$ , начиная с самого элементарного уровня  $Y_{11}$  (узнавание на уровне отражения) и заканчивая самым высоким уровнем  $Y_{44}$  – исследованием с контролем собственных действий.

Известны два уровня деятельности в зависимости от способа выражения приобретаемой в процесс обучения информации – репродуктивный и продуктивный. При репродуктивном уровне деятельности усвоенная информация только воспроизводится в различных сочетаниях и комбинациях – от прямого копирования до реконструированного ее воспроизведения и применения в типовых ситуациях. Репродуктивный уровень деятельности студента является копией деятельности преподавателя, прямым воспроизведением усвоенного алго-

<sup>1</sup> Черницына Рузилья Нябиулловна, старший преподаватель кафедры высшей математики.

E-mail: [y-abc@mail.ru](mailto:y-abc@mail.ru)

<sup>1</sup> Рябинова Е.Н. Формирование познавательно-деятельностной матрицы учебного материала в высшей профессиональной школе. – Самара: 2008. – С 258.

ритма действия. Продуктивные уровни деятельности реализуются с использованием усвоенных приемов. В процессе этих уровней деятельности усвоенный алгоритм либо приспосабливается к новой ситуации, либо создается вновь из частей нескольких других алгорит-

мов. В итоге продуктивной деятельности по отношению к содержанию обучения всегда создается новая информация, причем эта информация будет новой, как правило, не объективно, а субъективно.

Таб.1. Матричная модель познавательной деятельности

Деятельностные уровни	Репродуктивная деятельность		Продуктивная деятельность	
	Узнавание $d_1$	Воспроизведение $d_2$	Применение $d_3$	Творчество $d_4$
Отражение $\psi_1$	$U_{11}$	$U_{12}$	$U_{13}$	$U_{14}$
Осмысление $\psi_2$	$U_{21}$	$U_{22}$	$U_{23}$	$U_{24}$
Алгоритмирование $\psi_3$	$U_{31}$	$U_{32}$	$U_{33}$	$U_{34}$
Контролирование $\psi_4$	$U_{41}$	$U_{42}$	$U_{43}$	$U_{44}$

Рассмотренные уровни репродуктивной и продуктивной деятельности обозначим через  $d_j, j = \overline{1,4}$ . Таким образом, уровень  $d_1$  (узнавание) связан с репродуктивной деятельностью. В этом случае каждая операция этой деятельности выполняется с опорой на подсказку, содержащуюся в явном или неявном виде, на ответ или описание действия. Второй уровень  $d_2$ , (воспроизведение) – это воспроизведение изученного учебного материала по памяти, без подсказки. Третий уровень  $d_3$ , связан с продуктивной деятельностью в фазе применения. Студент должен обладать именно этим уровнем усвоения знаний по определенному ряду учебных элементов программы. Четвертый уровень усвоения  $d_4$ , связан с продуктивной деятельностью в творчестве и сформировать этот уровень у студента достаточно трудно. Следует отметить, что иерархическая последовательность познавательных уровней  $\psi_i, i = \overline{1,4}$  прослеживается для каждого уровня деятельности  $d_j, j = \overline{1,4}$ . Из познавательно-деятельностной матрицы видно, что наибольший объем знаний у студента имеет место на уровне  $\psi_1, d_1$ . Чем дальше мы перемещаемся по элементам  $\psi d$  – матрицы ( $i \rightarrow 4; j \rightarrow 4$ ), тем труднее приобретаются знания, так как весовые коэффициенты учебных элементов познавательно-деятельностной матрицы на разных уровнях  $\psi_i, d_j$  качественно разные: с возрастанием индексов  $i$  и  $j$  ( $i = \overline{1,4}; j = \overline{1,4}$ ) возрастают как сложность изучаемого учебного элемента, так и

трудность его познания.

Информационно-дидактическая база для организации самообразовательной деятельности студентов<sup>2</sup> состоит из четырех модулей, каждый из которых имеет различный уровень сложности. Первый модуль содержит простейшие задачи первого уровня сложности, второй задачи второго уровня сложности и т.д. В каждом модуле приведено поэтапное решение задач в общем виде, рассмотрены конкретные числовые примеры, а также имеются задачи для самостоятельного решения. Только в этом случае организация опыта учебной деятельности осваивается постепенно, при этом учебные действия осуществляются с пониманием самого механизма формирования знаний для каждого конкретного студента.

Так первый модуль формирует умение отражать, осмысливать, алгоритмировать и контролировать усвоенный учебный материал на уровне узнавания, что означает начальное овладение учебными навыками, способность

<sup>2</sup> Хайруллина Р.Н., Рябинова Е.Н. Самообразовательная деятельность студентов: изучаем комплексные числа: Руководство к выполнению индивидуальных заданий. – Самара: 2013. – С. 71; Хайруллина Р.Н., Рябинова Е.Н., Данилкина О.Ю. Организация самообразовательной деятельности студентов при изучении кривых второго порядка: Учебно-методич. пособ. для самостоятельной профессион. подгот. студ. технич. универс. – Самара: 2011. – С. 202; Хайруллина Р.Н., Рябинова Е.Н., Генварева Ю.А. Организация самостоятельной работы студентов на основе матричной модели познавательной деятельности при изучении дифференциальных уравнений: Учебно-методич. пособ. для самостоятельной профессион. подгот. студ. технич. универс. – Самара: 2013. – С. 119.

использовать базовые знания в учебной деятельности, понимание смысла полученного результата для заданий первого уровня сложности. Рассмотрим пример первого уровня сложности из учебно-методического пособия «Организация самостоятельной работы студентов на

основе матричной модели познавательной деятельности при изучении дифференциальных уравнений». Найти общее решение уравнения

$$y'' = \frac{1}{1+x^2} + x - \sin x.$$

**Таб.2.** Задача первого уровня сложности

Учебные элементы	Последовательность действий
Y <sub>11</sub> – отражение на уровне узнавания	Требуется решить дифференциальное уравнение второго порядка.
Y <sub>21</sub> – осмысление на уровне узнавания	Так как $y' = \frac{dy}{dx}$ , то исходное уравнение перепишем в виде $\frac{dy'}{dx} = \frac{1}{1+x^2} + x - \sin x$ ; это уравнение с разделяющимися переменными, разделим переменные и получим уравнение $dy' = \left(\frac{1}{1+x^2} + x - \sin x\right) dx$ . Интегрируя, находим $y' = \int \left(\frac{1}{1+x^2} + x - \sin x\right) dx = \arctg x + \frac{x^2}{2} + \cos x + C_1$ .
Y <sub>31</sub> – алгоритмирование на уровне узнавания	Далее $y' = \frac{dy}{dx}$ ; $\frac{dy}{dx} = \arctg x + \frac{x^2}{2} + \cos x + C_1$ ; $dy = \left(\arctg x + \frac{x^2}{2} + \cos x + C_1\right) dx$ , интегрируя, получаем $y = \int \left(\arctg x + \frac{x^2}{2} + \cos x + C_1\right) dx = x \arctg x + \frac{1}{2} \ln(1+x^2) + \frac{x^3}{6} + \sin x + C_1 x + C_2$
Y <sub>41</sub> – контролирование на уровне узнавания	Запись общего решения. $y = x \arctg x + \frac{1}{2} \ln(1+x^2) + \frac{x^3}{6} + \sin x + C_1 x + C_2$

Ответ: общее решение  $y = x \arctg x + \frac{1}{2} \ln(1+x^2) + \frac{x^3}{6} + \sin x + C_1 x + C_2$

Второй модуль продолжает отражать, осмысливать, алгоритмировать и контролировать учебного материала на уровне воспроизведения, что означает формирование соответствующих самообразовательных компетенций: студент понимает, что последовательность формирования умственных действий (отражение, осмысление, алгоритмирование, контролирование) будет осуществляться в два этапа – не только на уровне узнавания, но и на уровне воспроизведения. При выполнении таких заданий информация не только узнаётся, но и воспроизводится в различных сочетаниях и ком-

бинациях, обнаруживая различные логические связи и аналогии на уровне воспроизведения. При выполнении таких заданий информация не только узнаётся, но и воспроизводится в различных сочетаниях и комбинациях, обнаруживая различные логических связи и аналогии на уровне воспроизведения. Приведем пример задания второго уровня сложности. Найти общее решение линейного неоднородного

уравнения  $y' + \frac{2}{x} y = x^2$

**Таб. 3.** Задача второго уровня сложности

Учебные элементы	Последовательность действий
Y <sub>11</sub> – отражение на уровне узнавания	Требуется решить линейное неоднородное дифференциальное уравнение.
Y <sub>12</sub> – отражение на уровне воспроизведения	Линейное неоднородное дифференциальное уравнение решается подстановкой $y = uv$ , где $u$ и $v$ – некоторые функции переменной $x$ на интервале $(a, b)$ : $u = u(x)$ , $v = v(x)$ .
Y <sub>21</sub> – осмысление на уровне узнавания	Дифференцируя это равенство по $x$ , получим $y' = uv' + vu'$ .

Y <sub>22</sub> – осмысление на уровне воспроизведения	Подставив в уравнение $y = uv$ и $y' = uv' + vu'$ получим $u'v + v'u + \frac{2}{x}uv = x^2$ или $u'v + u\left(v' + \frac{2}{x}v\right) = x^2$ .
Y <sub>31</sub> – алгоритмирование на уровне узнавания	Нам нужно найти две функции $u$ и $v$ ; эти функции связаны лишь одним условием: их произведение должно быть решением уравнения. Поэтому одну из этих функций мы вправе выбрать произвольно. В целях упрощения выберем функцию $v$ так, чтобы выражение $v' + \frac{2}{x}v$ (стоящее в скобках) обратилось в нуль; иначе говоря, возьмем за функцию $v$ одно из решений уравнения $v' + \frac{2}{x}v = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dx} + \frac{2}{x}v = 0$ разделим переменные $\frac{dv}{v} = -\frac{2}{x}dx$ почленно проинтегрируем полученное выражение $\int \frac{dv}{v} = -2 \int \frac{dx}{x} \Rightarrow \ln v  = -2\ln x  \Rightarrow v = \frac{1}{x^2}$
Y <sub>32</sub> – алгоритмирование на уровне воспроизведения	При этом уравнение приводится к виду $\frac{u'}{x^2} = x^2 \Rightarrow \frac{du}{dx} = x^4 \Rightarrow du = x^4 dx \Rightarrow \int du = \int x^4 dx \Rightarrow u = \frac{x^5}{5} + C$
Y <sub>41</sub> – контролирование на уровне узнавания	Подставив значение $u$ и $v$ в $y = uv$ , получим общее решение линейного неоднородного уравнения
Y <sub>42</sub> – контролирование на уровне воспроизведения	Общее решение данного уравнения $y = uv = \left(\frac{x^5}{5} + C\right) \cdot \frac{1}{x^2}$

Ответ:  $y = \frac{x^3}{5} + \frac{C}{x^2}$

Учебные задания третьего уровня сложности формируют самообразовательные компетенции на уровне применения. Это означает, что отражение, осмысление, алгоритмирование и контролирование осуществляется в три этапа - информация не только узнаётся и воспроизводится, но и применяется в более сложных задачах смешанного типа, требующих осмысления поставленной задачи, предварительно

поняв конечный результат. Приведем пример задачи третьего уровня сложности.

Найти частное решение уравнения  $y'' + 6y' + 13y = 3\cos 5x$ , удовлетворяющее начальным условиям:  $y(0) = 2$ ,  $y'(0) = 3$ .

Таб. 4. Задача третьего уровня сложности

Учебные элементы	Последовательность действий
Y <sub>11</sub> – отражение на уровне узнавания	Требуется решить дифференциальное уравнение 2-го порядка с правой частью $f(x) = x$
Y <sub>12</sub> – отражение на уровне воспроизведения	Обозначим искомое решение через $y$ . Тогда $y = \bar{y} + y^*$ , где $\bar{y}$ – общее решение уравнения $y'' + 6y' + 13y = 0$
Y <sub>13</sub> – отражение на уровне применения	Составим характеристическое уравнение $k^2 + 6k + 13 = 0$ , $D = -16$
Y <sub>21</sub> – осмысление на уровне узнавания	$k_1 = -3 + 2i$ , $k_2 = -3 - 2i$
Y <sub>22</sub> – осмысление на уровне воспроизведения	Следовательно, $\bar{y} = e^{-3x}(C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x)$ – общее решение уравнения без правой части.
Y <sub>23</sub> – осмысление на уровне применения	По виду правой части $f(x) = 3\cos 5x$ находим число $r = \alpha + \beta i = 0 + 5i = 5i$ , (случай 2, табл. 2). Такого числа среди корней характеристического уравнения нет, поэтому $y^* = a \cos 5x + b \sin 5x$ ;
Y <sub>31</sub> – алгоритмирование на уровне узнавания	Найдем $(y^*)' = a(-\sin 5x) \cdot 5 + b \cos 5x \cdot 5$ и $(y^*)'' = a(-\cos 5x) \cdot 25 + b(-\sin 5x) \cdot 25$
Y <sub>32</sub> – алгоритмирование	Подставим эти значения в данное уравнение и потребуем, чтобы оно обратилось в тождество

на уровне воспроизведения	действие
Y <sub>33</sub> – алгоритмирование на уровне применения	$-25a \cos 5x - 25b \sin 5x + 6(-5a \sin 5x + 5b \cos 5x) + 13(a \cos 5x + b \sin 5x) \equiv 3 \cos 5x$ или $(-12a + 30b) \cdot \cos 5x + (-12b - 30a) \cdot \sin 5x \equiv 3 \cos 5x$ .
Y <sub>41</sub> – контролирование на уровне узнавания	Сравнивая слагаемые, содержащие $\cos 5x$ и $\sin 5x$ , получим $\begin{cases} -12a + 30b = 3 \\ -12b - 30a = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = -\frac{30}{12}a = -\frac{5}{2}a \\ -12a + 30\left(-\frac{5}{2}a\right) = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = -\frac{5}{2}a \\ -12a - 75a = 3 \end{cases} \Rightarrow a = -\frac{1}{29}, b = \frac{5}{58}$
Y <sub>42</sub> – контролирование на уровне воспроизведения	Поэтому $y^* = -\frac{1}{29} \cos 5x + \frac{5}{58} \sin 5x$ ,
Y <sub>43</sub> – контролирование на уровне применения	$y = \bar{y} + y^* = e^{-3x}(C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x) - \frac{1}{29} \cos 5x + \frac{5}{58} \sin 5x$ – общее решение данного уравнения.

Ответ:  $y = e^{-3x}(C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x) - \frac{1}{29} \cos 5x + \frac{5}{58} \sin 5x$

Задачи четвертого уровня сложности (творчества) включают в себя творческое действие, элемент исследования, трансформацию или перенос знаний. Уровень формируемых компетенций соответствует исследовательскому. Приведем пример задачи четвертого уровня сложности. Дана система дифференциальных уравнений.

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -x + 5y \\ \frac{dy}{dt} = x + 3y \end{cases}$$

С помощью характеристического уравнения найти ее общее решение.

Таб. 5. Задача четвертого уровня сложности

Учебные элементы	Последовательность действий
Y <sub>11</sub> – отражение на уровне узнавания	Требуется решить систему дифференциальных уравнений.
Y <sub>12</sub> – отражение на уровне воспроизведения	Пусть $x = \alpha \cdot e^{kt}$ , $y = \beta \cdot e^{kt}$ ,
Y <sub>13</sub> – отражение на уровне применения	Подставим эти значения в систему: $\begin{cases} \alpha e^{kt} k = -\alpha e^{kt} + 5\beta e^{kt} \\ \beta e^{kt} k = \alpha e^{kt} + 3\beta e^{kt} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha k = -\alpha + 5\beta \\ \beta k = \alpha + 3\beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (-1-k)\alpha + 5\beta = 0 \\ \alpha + (3-k)\beta = 0 \end{cases}$
Y <sub>14</sub> – отражение на уровне творчества	Получим линейную систему уравнений относительно $\alpha$ и $\beta$ . Чтобы эта система имела ненулевые (нетривиальные) решения, ее определитель должен быть равен нулю
Y <sub>21</sub> – осмысление на уровне узнавания	Рассчитаем определитель $\begin{vmatrix} -1-k & 5 \\ 1 & 3-k \end{vmatrix} = 0, (-1-k)(3-k) - 5 = 0, k^2 - 2k - 8 = 0$
Y <sub>22</sub> – осмысление на уровне воспроизведения	Это уравнение называется <i>характеристическим</i> и имеет два корня. Найдем его корни $k_{1,2} = \frac{2 \pm \sqrt{4+32}}{2} = \frac{2 \pm 6}{2}$ $k_1 = -2, k_2 = 4$
Y <sub>23</sub> – осмысление на уровне применения	Для определения $\alpha$ и $\beta$ решим систему при $k = k_{1,2}$ $k = -2 \quad \begin{cases} \alpha + 5\beta = 0 \\ \alpha + 5\beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \alpha = -5\beta$
Y <sub>24</sub> – осмысление на уровне творчества	Полагаем $\beta=1$ , получим $\alpha=-5$ .
Y <sub>31</sub> – алгоритмирование на уровне узнавания	Тогда первое частное решение имеет вид $\begin{cases} x_1 = -5e^{-2t} \\ y_1 = e^{-2t} \end{cases}$

$Y_{32}$ – алгоритмирование на уровне воспроизведения	Аналогично $k=4$ $\begin{cases} -5\alpha + 5\beta = 0 \\ \alpha - \beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \beta = \alpha$
$Y_{33}$ – алгоритмирование на уровне применения	Полагаем $\alpha=1$ , тогда $\beta=1$ .
$Y_{34}$ – алгоритмирование на уровне творчества	Второе частное решение $\begin{cases} x_2 = e^{4t} \\ y_2 = e^{4t} \end{cases}$
$Y_{41}$ – контролирование на уровне узнавания	Общим решением системы будет пара функций $x$ и $y$ : $\begin{cases} x = C_1x_1 + C_2x_2, \\ y = C_1y_1 + C_2y_2 \end{cases}$
$Y_{42}$ – контролирование на уровне воспроизведения	Учитывая, что $\begin{cases} x_1 = -5e^{-2t} \\ y_1 = e^{-2t} \end{cases}$ , $\begin{cases} x_2 = e^{4t} \\ y_2 = e^{4t} \end{cases}$ , получим систему:
$Y_{43}$ – контролирование на уровне применения	$\begin{cases} x = -5C_1e^{-2t} + C_2e^{4t} \\ y = C_1e^{-2t} + C_2e^{4t} \end{cases}$ , где $C_1$ и $C_2$ – произвольные постоянные.
$Y_{44}$ – контролирование на уровне творчества	общее решение системы $\begin{cases} x = -5C_1e^{-2t} + C_2e^{4t} \\ y = C_1e^{-2t} + C_2e^{4t} \end{cases}$

Ответ: общее решение имеет вид: 
$$\begin{cases} x = -5C_1e^{-2t} + C_2e^{4t} \\ y = C_1e^{-2t} + C_2e^{4t} \end{cases}$$

Описанная информационно-дидактическая база учебного комплекса по курсу высшей математики предназначена для студентов как очной, так и заочной форм обучения. Она успешно апробирована в Самарском государственном техническом университете и Самарском государственном университете путей сообщения для организации самообразовательной деятельности студентов, что позволяет реко-

мендовать её применение в других учебных заведениях.

В заключении отметим, что матричная модель познавательной деятельности студентов может применяться для систематизации учебного материала любой учебной дисциплины, что обеспечивает возможность организации самообразовательной деятельности студентов с гарантированным результатом.

## DIDACTIC DATA SYSTEM IN STUDENTS' SELF-EDUCATION

© 2014 R.N.Chernitsyna<sup>o</sup>

Samara State Transport University

This article describes an innovative approach to organization of the self-educational activity of students of technical universities by means of modular presentation of didactic data. The backbone factor in making up modules is the matrix model of cognitive activity.

*Keywords:* students' self-education, cognitive and active matrix, module of academic discipline.

<sup>o</sup> Ruzilya Nyabiullova Chernitsyna, senior teacher of Department of Advanced Mathematics. E-mail: [y-abc@mail.ru](mailto:y-abc@mail.ru)