

УДК 658.51 (075.8)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СВЯЗИ В
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ
(на примере специальности 210200 «Автоматизация и управление
технологических процессов и производств»)**

Чипко С.А., аспирант; Асташкина С.С., студент

*(Южно-Российский государственный технический университет (НПИ),
г. Новочеркасск, Россия)*

Рассмотрим модель динамической системы подготовки специалистов, записанной в виде [1]:

$$\dot{X}(t) = A(t) \cdot x(t) + B(t) \cdot V(t),$$

$$Y(t) = C(t) \cdot x(t),$$

здесь $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ - вектор переменных состояния (x_1 - квалификация кадров,

x_2 - научно-техническое и методическое обеспечение процесса обучения);

$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}$ - вектор выходов системы (y_1 - количество выпускников,

y_2 - профессиональные свойства выпускника);

$A(t)$, $B(t)$, $C(t)$ - матрицы с изменяющимися во времени элементами;

$V(t)$ - функция входа системы подготовки специалистов.

Для определения элементов матрицы A воспользуемся следующим:

элемент A_{11} , характеризующий квалификацию кадров, определим как скалярное произведение двух векторов, где первый вектор-столбец представляет собой процентные доли (веса) блоков дисциплин (как общепрофессиональных, так и специальных).

1 блок дисциплин:

- Теоретическая механика – 135 часов;
- Общая электротехника – 200 часов;
- Диагностика и надежность – 50 часов;
- Безопасность жизнедеятельности – 60 часов;
- Организация производства – 80 часов.

Итого: учебная нагрузка 1 блока дисциплин составляет 525 часов.

2 блок дисциплин:

- Физика – 410 часов;
- Математические методы оптимального управления – 98 часов.

Итого: учебная нагрузка 2 блока дисциплин составляет 508 часов.

3 блок дисциплин:

- Математика – 612 часов;
- Информатика – 190 часов;
- Вычислительные машины, системы и сети – 72 часов.

Итого: учебная нагрузка 3 блока дисциплин составляет 874 часа.

4 блок дисциплин:

- Электроника – 120 часов;
- Теория автоматического управления – 216 часов;
- Метрология, стандартизация, сертификация – 96 часов;
- Программирование и основы алгоритмизации – 30 часов;
- Программируемые контроллеры – 60 часов;
- Системы автоматизации и управления – 45 часов;
- Технологические процессы и производства – 105 часов;
- Технические измерения и приборы – 35 часов;
- Технические средства автоматизации – 66 часов;
- Интегрированные системы проектирования и управления – 80 часов;
- Автоматизация технологических процессов и производств – 94 часа;
- Проектирование систем автоматизации – 90 часов;
- Моделирование систем – 47 часов.

Итого: учебная нагрузка 4 блока дисциплин составляет 1084 часа, а общая учебная нагрузка – 2991 час [4].

Отсюда, веса блоков дисциплин равны:

1 блок – 17,88 % от общей учебной нагрузки; 2 блок – 16,49 %;
3 блок – 29,08 %; 4 блок – 36,55 %.

Второй вектор-столбец характеризует уровень преподавания рассматриваемых блоков дисциплин (квалификация преподавателей) и для его получения используем нижеприведенные соответствия:

Звание, ученая степень преподавателя	Численное соответствие
Без степени	1
Кандидат технических наук (к.т.н.)	2
К.т.н., доцент	3
Доцент, доктор наук	4
Профессор	5

С помощью данных таблицы запишем уровень преподавания (квалификацию преподавателей в виде численного соответствия) каждого блока дисциплин и получим:

1 блок – 5; 2 блок – 2,7; 3 блок – 3,4; 4 блок – 3.

Также заметим, что в этом векторе-столбце учтены квалификации преподавателей, читающих лекции, ведущих практические и лабораторные занятия.

$$A_{11} := \begin{pmatrix} 17.88 \\ 16.49 \\ 29.08 \\ 36.55 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 2.7 \\ 3.4 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Можно допустить, что элемент A_{12} будет равен элементу C_{22} (найденному ниже путем решения двухфакторной задачи) матрицы C , характеризующему влияние

научно-технического обеспечения на профессиональные свойства выпускника, то есть $A_{12} = -4,37$.

$A_{21} = 2$ (для нашего случая, оснащенность оценивается как средняя), $A_{22} = 0,031$ [2].

Входом системы считаем конкурс (отношение количества абитуриентов к цифре приема на специальность 210200) – V. Матрица В является вектором-столбцом, так как в рассматриваемой системе одному входу соответствуют две переменные состояния.

Матрицы А и В имеют вид:

$$A := \begin{pmatrix} 342.445 & -4.37 \\ 2 & 0.031 \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 1.63 \\ 1.63 \end{pmatrix}$$

Матрица С будет квадратной, так как двум переменным состояниям соответствуют два выхода системы.

Для нахождения элементов матрицы С рассмотрим две двухфакторные модели, построенные на основе следующих данных:

t	y_1	y_2	x_1	x_2
1	$1,504 \cdot 10^3$	82,508	3,6	0,031
2	$4,091 \cdot 10^3$	82,376	3,3	0,062
3	$4,66 \cdot 10^3$	82,244	3,1	0,093
4	$4,998 \cdot 10^3$	82,113	3	0,124
5	$5,239 \cdot 10^3$	81,982	3,2	0,155
6	$5,426 \cdot 10^3$	81,85	2,9	0,186
7	$5,58 \cdot 10^3$	81,72	3,1	0,217

где y_1 – количество выпускников, рассчитываемое по формуле $N = 850 \cdot \ln(t - 0.95) + 4050$;

y_2 – профессиональные свойства выпускника, определяемые зависимостью вида $82,64 \cdot e^{-0,00189 \cdot t}$, полученной из производственной функции Кобба-Дугласа.

$$C := \begin{pmatrix} -3.71 \cdot 10^3 & 8.708 \cdot 10^3 \\ 3.333 \cdot 10^{-3} & -4.37 \end{pmatrix}$$

Рассмотрим динамическую систему рынка специалистов.

Переменными состояниями системы являются:

- x_3 – профессиональные свойства выпускника;
- x_4 – количество выпускников по данному направлению на рынке.

Выходом системы был выбран:

- u_3 – региональный доход.

Определим элементы матрицы А1:

элемент A_{11} , характеризующий требуемый рынком уровень знаний выпускника, определим как скалярное произведение двух векторов, где первый вектор-столбец представляет собой процентные доли (веса) блоков дисциплин, преподаваемых в ВУЗе с учетом таких направлений как управление технико-экономическими системами (ТЭС) и инновационные процессы в ТЭС.

Блок «Управление технико-экономическими системами» включает в себя следующие дисциплины:

- Основы менеджмента – 288 часов;
- Маркетинг – 97 часов;
- Основы технологического предпринимательства – 70 часов;
- Экономика нововведений – 54 часа.

Итого: учебная нагрузка данного блока составляет 509 часов.

Блок «Инновационные процессы в технико-экономических системах» включает в себя следующие дисциплины:

- Стратегический менеджмент – 135 часов;
- Управленческие решения – 90 часов;
- Информационные технологии управления – 400 часов;
- Инновационный менеджмент – 144 часа;
- Исследование систем управления – 252 часа;
- Управление качеством – 72 часа;
- Эволюционное моделирование инноваций – 48 часов;
- Технология и организация производства товаров и услуг – 66 часов.

Итого: учебная нагрузка данного блока составляет 1207 часов, а общая учебная с учетом этих направлений составляет 4707 часов.

Отсюда, веса рассматриваемых блоков равны:

блока «Управление ТЭС» -10,81 %, блока «Инновационные процессы в ТЭС» - 25,64%.

Второй вектор-столбец характеризует уровень преподавания рассматриваемых блоков дисциплин (квалификация преподавателей).

$$A_{11} := \begin{pmatrix} 17.88 \\ 16.49 \\ 29.08 \\ 36.55 \\ 10.81 \\ 25.64 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 2.7 \\ 3.4 \\ 3 \\ 4.4 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Элемент A_{12} показывает взаимосвязь роста требований рынка к профессиональным свойствам выпускников и роста их количества на рынке за рассматриваемый период (статистические данные были взяты на период с 1997 по 2003 гг.) и равен

$$A_{12} = \frac{(518,209 - 515,0)/7}{(400 - 360)7} = \frac{0,458}{5,7} = 0,08;$$

Элемент A_{121} имеет тот же смысл, что и A_{112} , но является величиной обратной ему, а A_{122} определяется количеством выпускников по данному направлению на рынке специалистов.

Отсюда, $A_{121} = \frac{1}{0,08} = 12,434$. $A_{122} = 400$.

В связи с тем, что входами рынка специалистов являются выходы динамической системы подготовки специалистов матрица B_1 будет равна матрице C .

Следовательно, матрицы A_1 и B_1 имеют вид:

$$A_1 := \begin{pmatrix} 518.209 & 0.08 \\ 12.434 & 400 \end{pmatrix}$$

$$B_1 := \begin{pmatrix} -3.71 \cdot 10^3 & 8.708 \cdot 10^3 \\ 3.333 \cdot 10^{-3} & -4.37 \end{pmatrix}$$

Матрица C_1 будет представлять вектор-столбец, так как двум переменным состояния соответствует один выход системы.

Для нахождения элементов матрицы C_1 была использована двухфакторная модель, построенная на основе следующих данных:

t	y_3	x_3	x_4
1	$3,094 \cdot 10^7$	515,0	360
2	$3,252 \cdot 10^7$	515,93	366
3	$3,416 \cdot 10^7$	516,85	372
4	$3,581 \cdot 10^7$	517,23	378
5	$3,758 \cdot 10^7$	518,0	384
6	$3,934 \cdot 10^7$	518,106	390
7	$4,155 \cdot 10^8$	518,209	400

где y_3 – региональный доход, определяемый по формуле $y_3 = N^{0,92} \cdot Q^{1,89} \cdot e^{0,031t}$ [2];

x_3 – профессиональные свойства выпускника;

x_4 – количество выпускников данного направления на рынке специалистов.

Отсюда, матрица имеет вид:

$$C_1 := \begin{pmatrix} -2.048 \cdot 10^8 & 2.391 \cdot 10^7 \end{pmatrix}$$

Рассмотрим обобщенную динамическую систему подготовки специалистов, сориентированную на рынок, структурная схема которой представлена на рис. 1.

Переменными состояниями системы являются:

- x_1 – квалификация кадров;
- x_2 – научно-техническое и методическое обеспечение;
- x_3 – профессиональные свойства выпускника,

– x_4 – количество выпускников по данному направлению на рынке специалистов.

Выходом системы был выбран:

– y_3 – региональный доход.

Матрицы данной системы запишем непосредственно из уравнений состояний вида:

$$\dot{x}_1 = A_{11} \cdot x_1 + A_{12} \cdot x_2 + B_{12} \cdot V_1,$$

$$\dot{x}_2 = A_{21} \cdot x_1 + A_{22} \cdot x_2 + B_{21} \cdot V_2,$$

$$\dot{x}_3 = B_{11} \cdot C_{11} \cdot x_1 + B_{12} \cdot C_{22} \cdot x_2 + A_{11} \cdot x_3 + A_{12} \cdot x_4 + B_{11} \cdot V_3 + B_{12} \cdot V_4,$$

$$\dot{x}_4 = B_{12} \cdot C_{21} \cdot x_1 + B_{21} \cdot C_{12} \cdot x_2 + A_{21} \cdot x_3 + A_{22} \cdot x_4 + B_{21} \cdot V_3 + B_{22} \cdot V_4,$$

$$y = C_{11} \cdot x_3 + C_{12} \cdot x_4.$$

Отсюда,

$$A2 := \begin{pmatrix} 345.442 & -4.37 & 0 & 0 \\ 2 & 0.031 & 0 & 0 \\ 13.76 \cdot 10^6 & -3.8 \cdot 10^4 & 518.209 & 0.08 \\ -0.0146 & -0.0146 & 12.434 & 400 \end{pmatrix}$$

$$B2 := \begin{pmatrix} 1.63 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.63 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -3.71 \cdot 10^3 & 8.708 \cdot 10^3 \\ 0 & 0 & 3.333 \cdot 10^{-3} & -4.37 \end{pmatrix}$$

$$C2 := \begin{pmatrix} 0 & 0 & -2.048 \times 10^8 & 2.391 \times 10^7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Перечень ссылок

1. Петраков В. А. Основы технологического предпринимательства: Учебное пособие. – Ростов – на – Дону: СКНЦ ВШ, 2001. – 160 с.

2. Акперов И. Г. Прогнозирование потребности в специалистах и управление региональной системой образования. – Ростов – на – Дону: 2001. – 259 с.

3. О. О. Замков, Ю. А. Черемных, А. В. Математические методы в экономике. – М.: «Дело и сервис», 1999. – 415 с.

4. Рабочий учебный план специальности 210200 «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» очной формы обучения.

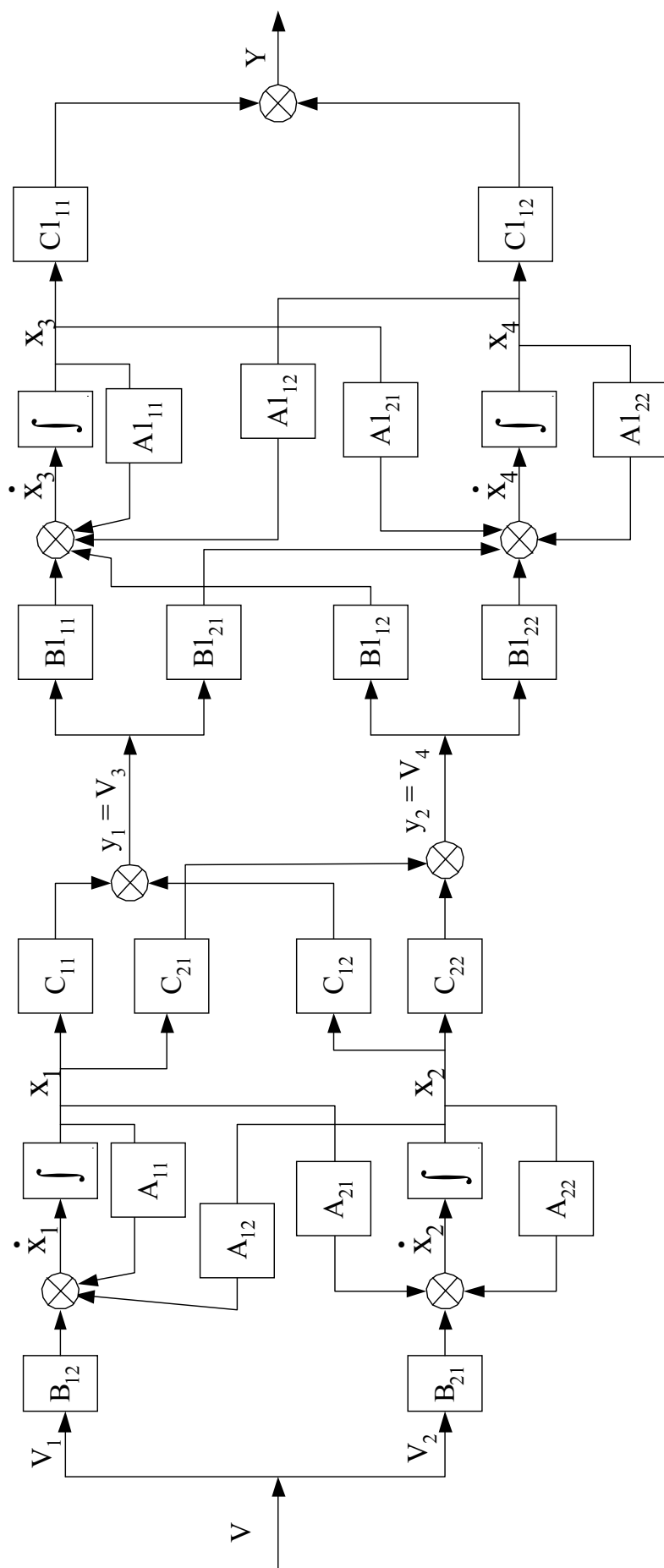


Рисунок 1. Структурная схема динамической системы подготовки специалистов, сориентированной на рынок специалистов