

# СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

И.И.Тимченко

Харьковский национальный политехнический университет – ХПИ, Харьков  
E-mail: timchenko@stel.sebastopol.ua

*Предложена имитационная модель, демонстрирующая взаимосвязь процессов образования и формирования коммуникативной культуры студентов. Проведен системный анализ основных факторов, определяющих рост уровня знаний студента с учетом влияния на него окружающей среды. Методом адаптивного баланса влияний построена динамическая модель учебного цикла, содержащая 15 параметров. Выполнены имитационные эксперименты с моделью, позволившие оценить роль экономических и ситуационных условий в процессах обучения и формирования коммуникативной культуры.*

Процессы формирования коммуникативной культуры студентов существенно зависят от той окружающей среды, в которой студенты и преподаватели участвуют в учебном цикле. Сложность этих процессов заставляет использовать системный подход для их изучения [1]. К коммуникативной культуре относятся: коммуникативная речевая ориентация, конкретико-лингвистическая ориентация, активные и пассивные навыки коммуникации студента. Являясь своеобразным фундаментом коммуникативной культуры, эти понятия находят выражение в двух важных общих характеристиках студента как личности: культуре речи и культуре общения. Именно эти внешние проявления коммуникативной культуры позволяют судить об уровне подготовки специалиста и, наряду с объемом приобретенных им профессиональных знаний, определяют его положение на рынке труда.

**Построение концептуальной модели.** Спрос на молодых специалистов, обладающих высоким уровнем коммуникативной культуры, следует считать основным движущим фактором системы обучения студентов. Стремление к приобретению навыков культуры речи и общения прямо влияет на интенсивность обучения, а следовательно, и на скорость, с которой возрастает

уровень знаний и умений студентов. Эти показатели коммуникативной культуры находятся под влиянием личности преподавателя (группы преподавателей), работающего со студентами. Помимо личных контактов с преподавателем важную роль играет методический уровень преподавания, который заметно влияет как на скорость роста знаний, так и на интенсивность обучения и интеллектуальную нагрузку студентов. Следует учитывать средний уровень коммуникативной культуры академической группы, в которой студент повседневно приобретает активные навыки коммуникации. Проведенный анализ позволяет отобрать в качестве основных факторов, формирующих коммуникативную культуру студентов, следующие процессы:

- x<sub>1</sub> - активные навыки коммуникации,
- x<sub>2</sub> - пассивные навыки коммуникации,
- x<sub>3</sub> - культура речи,
- x<sub>4</sub> - культура общения,
- x<sub>5</sub> - коммуникативная культура академической группы,
- x<sub>6</sub> - влияние преподавателей,
- x<sub>7</sub> - коммуникативная речевая ориентация,
- x<sub>8</sub> - конкретико-лингвистическая ориентация,
- x<sub>9</sub> - спрос на рынке труда на молодых специалистов, обладающих определенным уровнем коммуникативной культуры,
- x<sub>10</sub> - стремление студента к самореализации,
- x<sub>11</sub> - интенсивность обучения,
- x<sub>12</sub> - интеллектуальная нагрузка,
- x<sub>13</sub> - методический уровень преподавания,
- x<sub>14</sub> - интеллектуальный потенциал студента,
- x<sub>15</sub> - объем приобретенных знаний и навыков.

На основе общих представлений об учебном цикле теперь можно построить концептуальную модель формирования коммуникативной культуры студента, объединяющую перечисленные выше процессы. Системная диаграмма этой модели изображена на рис. 1. Разнонаправленные стрелки изображают взаимные влияния между процессами (модулями). В целях упрощения диаграммы модели в ней использованы магистральные линии влияния. Это означает, что линия, идущая от одного модуля, может быть направлена сразу к не-

скольким другим модулям. Блоки, обозначенные буквами  $\tau$  с соответствующими индексами, задают запрограммированный рост со временем тех процессов, на которые распространяется их влияние. Общий баланс системы поддерживается значительным количеством положительных и отрицательных обратных связей. Так, например, спрос на молодого специалиста на рынке труда  $x_9$  положительно влияет на стремление студента к самореализации  $x_{10}$ , что усиливает влияние методического уровня преподавания  $x_{13}$ , увеличивает интенсивность занятий  $x_{11}$ , а следовательно, и интеллектуальный потенциал студента  $x_{14}$ . Это в свою очередь способствует дальнейшему росту уровня знаний  $x_{15}$ , который через блоки  $x_1$  и  $x_3$  увеличивает спрос  $x_9$ . Таким образом, цепь положительной обратной связи замыкается.

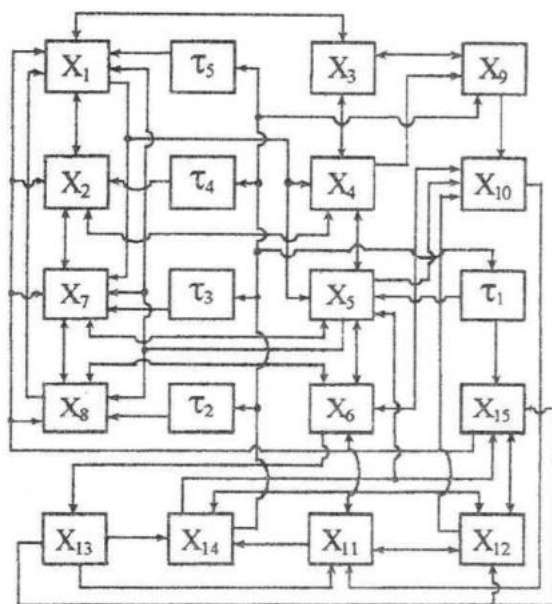


Рис. 1 – Концептуальная модель формирования коммуникативной культуры студентов

С другой стороны, рост уровня знаний  $x_{15}$  требует увеличения интенсивности занятий  $x_{11}$ , что усиливает интеллектуальную нагрузку  $x_{12}$ , которая ослабляет использование студентом своего интеллектуального потенциала  $x_{14}$  и отрицательно влияет на объем приобретенных знаний  $x_{15}$ . Таким путем замыкается цепь отрицательной обратной связи.

Стремление к самореализации студента в учебном цикле  $x_{10}$  усиливается ролью преподавателей  $x_6$ , которые положительно

воспринимают и поощряют это стремление. Эта положительная обратная связь компенсируется тем, что увеличение преподавателями учебной (интеллектуальной) нагрузки  $x_{12}$  в конечном итоге ослабляет желание студентов увеличивать интенсивность занятий  $x_{10}$ .

В этой модели не фигурирует в явном виде отвлекающий фактор, который в той или иной степени ограничивает объем приобретаемых знаний. Однако, косвенно этот фактор легко может быть учтен через параметры блоков  $\tau_i$ , которые управляют скоростями процессов формирования коммуникативной культуры студентов.

В концептуальной модели рис. 1 присутствует большое количество взаимных влияний между парами различных процессов учебного цикла. В большинстве случаев это – процессы, усиливающие друг друга. Так, например, культура речи  $x_3$  положительно влияет на культуру общения  $x_4$  и наоборот, поскольку общей мерой для обоих процессов служит то впечатление, которое они производят на окружающих. Преподаватели (процесс  $x_6$ ) положительно влияют на интенсивность обучения (процесс  $x_{11}$ ), а сама интенсивность обучения побуждает преподавателей увеличивать свое влияние.

Вместе с тем некоторые связи между процессами носят условный характер. Например, активные навыки коммуникации  $x_1$  могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на культуру речи  $x_3$  и культуру общения  $x_4$ . Подобными же условными связями могут быть описаны взаимоотношения студента и преподавателя. Если стремление студента к самовыражению  $x_{10}$  возрастает, то реакция на это конкретного преподавателя  $x_6$  может быть как положительной, так и отрицательной. Различные варианты влияний на коммуникативную культуру конкретного студента возможны так же и в его взаимоотношениях с академической группой, в составе которой он находится в учебном цикле. Таким образом, разнообразие возможных сценариев развития процессов в модели существенно возрастает в зависимости от конкретных условий учебного цикла.

Динамическая модель формирования коммуникативной культуры студентов. Воспользуемся концептуальной моделью, изображенной на рис. 1, и общими уравне-

ниями системного моделирования для построения динамической ABC-модели [1].

Уравнения динамической модели имеют следующий вид [2]:

$$x_{1k} = 2x_{1j} \{ 1 - c_1[x_{1j} + b_{10} - (b_{11} + a_{13}x_{3j} + a_{18}x_{8j} + a_{15}x_{5j} + a_{1/15}x_{15j} + a_{12}x_{2j}) \times [1 - \exp(-ja_{1/14}x_{14j})]] - f_{1j} \};$$

$$x_{2k} = 2x_{2j} \{ 1 - c_2[x_{2j} + b_{20} - (b_{21} + a_{21}x_{1j} + a_{24}x_{4j} + a_{27}x_{7j} + a_{2/15}x_{15j}) \times [1 - \exp(-ja_{1/14}x_{14j})]] - f_{2j} \};$$

$$x_{3k} = 2x_{3j} [1 - c_3(x_{3j} - a_{31}x_{1j} + a_{34}x_{4j} - f_{3j})];$$

$$x_{4k} = 2x_{4j} [1 - c_4(x_{4j} - a_{43}x_{3j} - a_{41}x_{1j} - a_{45}x_{5j} - a_{42}x_{2j} - f_{4j})];$$

$$x_{5k} = 2x_{5j} \{ 1 - c_5[x_{5j} + b_{50} - (b_{51} + a_{54}x_{4j} + a_{51}x_{1j} + a_{57}x_{7j} + a_{56}x_{6j} + a_{53}x_{3j} + a_{5/15}x_{15j}) [1 - \exp(-ja_{5/14}x_{14j})]] - f_{5j} \};$$

$$x_{6k} = 2x_{6j} [1 - c_6(x_{6j} - a_{63}x_{3j} - a_{68}x_{8j} - a_{65}x_{6j} - a_{6/11}x_{11j} - a_{6/10}x_{10j} - f_{6j})];$$

$$x_{7k} = 2x_{7j} \{ 1 - c_7[x_{7j} + b_{70} - (b_{71} + a_{75}x_{5j} + a_{72}x_{2j} + a_{73}x_{3j} + a_{7/15}x_{15j}) [1 - \exp(-ja_{7/14}x_{14j})]] - f_{7j} \};$$

$$x_{8k} = 2x_{8j} \{ 1 - c_8[x_{8j} + b_{80} - (b_{81} + a_{85}x_{5j} + a_{83}x_{3j} + a_{8/15}x_{15j}) [1 - \exp(-ja_{8/14}x_{14j})]] - f_{8j} \};$$

$$x_{9k} = 2x_{9j} [1 - c_9(x_{9j} - a_{93}x_{3j} - a_{93}x_{3j} - a_{94}x_{4j} - a_{9/14}x_{14j} - f_{9j})];$$

$$x_{10k} = 2x_{10j} [1 - c_{10}(x_{10j} - a_{10/9}x_{9j} - a_{10/5}x_{5j} - a_{10/6}x_{6j} - a_{10/12}x_{12j} - f_{10j})];$$

$$x_{11k} = 2x_{11j} [1 - c_{11}(x_{11j} - a_{11/6}x_{6j} - a_{11/10}x_{10j} - a_{11/12}x_{12j} - a_{11/13}x_{13j} - f_{11j})];$$

$$x_{12k} = 2x_{12j} [1 - c_{12}(x_{12j} - a_{12/11}x_{11j} + a_{12/13}x_{13j} - a_{12/14}x_{14j} - a_{12/15}x_{15j} - f_{12j})];$$

$$x_{13k} = 2x_{13j} [1 - c_{13}(x_{13j} - a_{13/6}x_{6j} - f_{13j})];$$

$$x_{14k} = 2x_{14j} [1 - c_{14}(x_{14j} - a_{14/11}x_{11j} - a_{14/12}x_{12j} - a_{14/13}x_{13j} - f_{14j})];$$

$$x_{15k} = 2x_{15j} \{ 1 - c_{15}[x_{15j} + b_{150} - (b_{151} - a_{15/11}x_{11j} + a_{15/13}x_{13j} - a_{15/12}x_{12j}) \times [1 - \exp(-ja_{15/14}x_{14j})]] - f_{15j} \}.$$

В модели предусмотрен рост в течение учебного цикла шести основных параметров:  $x_1$  - активных навыков коммуникации студента,  $x_2$  - пассивных навыков коммуникации студента,  $x_5$  - уровня коммуникативной культуры академической группы,  $x_7$  - коммуникативной речевой ориентации студента,  $x_8$  - конкретико-лингвистической ориентации студента и  $x_{15}$  - объема знаний и умений, приобретаемых студентом в ходе

учебного цикла. Для моделирования процессов роста в соответствующих уравнениях системы содержатся специальные члены, которые представляют блоки  $\tau_i$  на системной диаграмме рис. 1.

**Численная реализация модели формирования коммуникативной культуры.** Для проведения вычислительных экспериментов с моделью все входящие в нее процессы были приведены к единой безразмерной шкале [0, 10]. Большое количество коэффициентов влияния и установочных параметров модели позволяло рассмотреть разнообразные варианты организации и проведения учебного цикла. В первом вычислительном эксперименте скорости роста всех процессов были заданы одинаковыми. В качестве наиболее сильного из влияний было определено влияние методики преподавания  $x_{13}$  на эффективность обучения  $x_{14}$  ( $a_{14/13}=0,8$ ). Достаточно сильным было влияние интенсивности обучения на интеллектуальную нагрузку студента ( $a_{12/11} = 0,7$ ). Меньшим, но все же значительным, было влияние спроса на рынке труда на стремление студента к самореализации ( $a_{10/9} = 0,6$ ), а так же влияние роли преподавателей в учебном цикле на качество применяемой ими методики обучения ( $a_{13/6} = 0,6$ ).

С заданными коэффициентами влияния был проведен расчет по модели на 365 шагов по времени. На рис 2а и 2б показаны сценарии роста общего уровня знаний и умений студента, а так же основных показателей его коммуникативной культуры. Хотя эффективность обучения одинаково влияла на все эти показатели, скорости роста у некоторых из них оказались различными, о чем свидетельствуют различные углы наклона графиков на рис. 2. Наиболее быстро росла культура речи  $x_3$ , наиболее медленно - общий объем знаний и умений  $x_{15}$ .

Сценарии развития процессов в модели роста коммуникативной культуры при меняющемся стремлении студента к самовыражению приведены на рис. 3. Эти и другие проведенные численные эксперименты [2] показали, что модель формирования коммуникативной культуры студента правильно отражает основные заложенные в ней причинно-следственные отношения между различными процессами учебного цикла. Это позволяет использовать модель в качестве инструмента управления некоторыми

процессами. В частности, задавая прогнозируемые сценарии развития, можно рассчитывать реакции модели и определять по ним необходимые управляющие воздействия на систему.

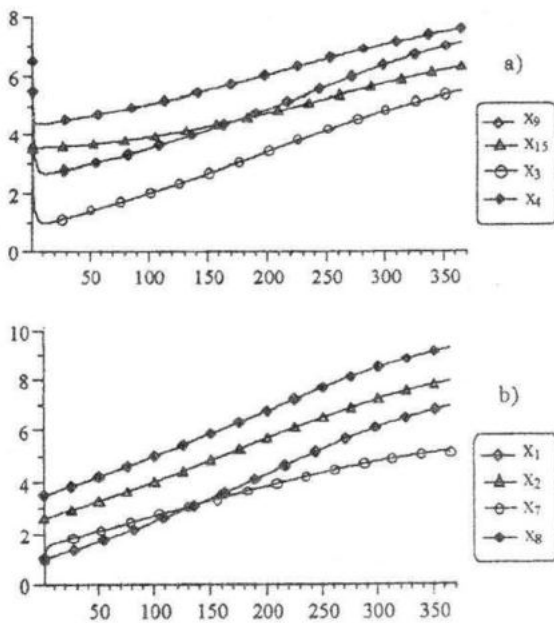


Рис. 2 – Сценарии развития процессов в модели роста:

- (а) –  $x_9$  – спрос,  $x_{15}$  – уровень знаний,  $x_3$  – культура речи,  $x_4$  – культура общения;  
 (б) –  $x_1$  – активные навыки коммуникации,  $x_2$  – пассивные навыки коммуникации,  $x_7$  – коммуникативная речевая ориентация,  $x_8$  – конкретико-лингвистическая ориентация

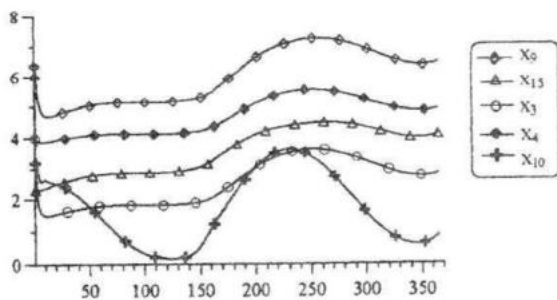


Рис. 3 – Сценарии развития процессов в модели роста коммуникативной культуры при меняющемся стремлении студента к самовыражению:  $x_9$  – спрос,  $x_{15}$  – уровень знаний,  $x_3$  – культура речи,  $x_4$  – культура общения,  $x_{10}$  – стремление к самовыражению

Для иллюстрации последнего утверждения с моделью был проведен эксперимент,

в котором предполагалось, что стремление студента к самореализации находится под некоторым внешним воздействием  $f_{10}$  в течение всего периода времени имитации. Сам этот период был разбит на две равных половины (два полугодия). В первом полугодии студент находился в условно “хорошем” учебном цикле. Предполагалось, что преподаватели активно препятствуют ослаблению желания студента приобретать знания и умения, ими используется эффективная методика преподавания, а академическая группа, в которой находится студент, отличается растущим уровнем коммуникативной культуры. Начиная со второго полугодия (со 150 шага по времени), студент переходит в другую группу, меняет преподавателей и продолжает учебный цикл в существенно более плохих условиях. Новые преподаватели перестают противодействовать его отвлечениям от занятий, методический уровень преподавания и уровень коммуникативной культуры новой академической группы непрерывно падают.

Для того, чтобы имитировать подобное управление учебным циклом, кроме внешнего влияния  $f_{10}$  к модели были приложены дополнительные воздействия  $f_6$  – внешнее управление поведением преподавателей,  $f_5$  – управление уровнем коммуникативной культуры академической группы и  $f_{13}$  – управление методическим уровнем преподавания предмета учебного цикла. Графики этих функций показаны на рис. 4а.

При одновременном влиянии четырех внешних воздействий в модели сформировались сценарии развития  $x_{10}$ ,  $x_6$ ,  $x_5$  и  $x_{13}$ , изображенные на рис. 4б. Как следует из этих сценариев, в первом полугодии активное противодействие преподавателей практически компенсировало падение интереса студента к учебе в этот период. Во втором полугодии происходит понижение уровней процессов  $x_6$ ,  $x_5$  и  $x_{13}$ , хотя они не достигают столь низких значений, как у вызвавших их внешних воздействий  $f_6$ ,  $f_5$  и  $f_{13}$ . Сценарии развития демонстрируют характерную динамику событий. В первом полугодии, несмотря на неблагоприятное внешнее влияние, наблюдается рост как общего уровня знаний и умений студента, так и индивидуальных характеристик его коммуникативной культуры.

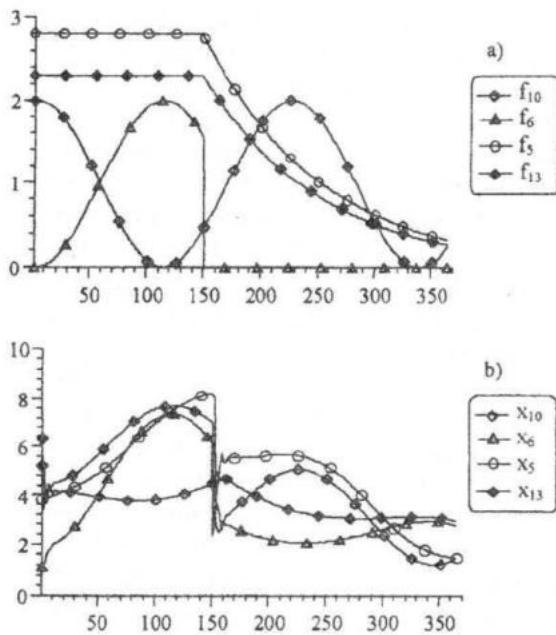


Рис. 4 – Имитированные внешние влияния на систему формирования коммуникативной культуры и динамика соответствующих процессов в системе:

(а)–  $f_{10}$  - изменения в стремлении к самовыражению,  $f_6$  - компенсирующее влияние преподавателей,  $f_5$  - влияние на уровень коммуникативной культуры академической группы,  $f_{13}$  - влияние на методический уровень преподавания;

(б)–  $x_{10}$  - стремление к самовыражению,  $x_6$  - результирующее влияние преподавателей,  $x_5$  - уровень коммуникативной культуры академической группы,  $x_{13}$  - методический уровень преподавания

Во втором полугодии картина существенно изменяется: на фоне временного подъема у студента стремления к самореализации (до 230 шага) продолжается некоторый рост его знаний и навыков коммуникативной культуры. В дальнейшем (после 330 шага) неблагоприятные условия обучения в новой группе обуславливают резкое падение этих знаний и навыков.

Этот вычислительный эксперимент демонстрирует реальные возможности управления учебным циклом по различным параметрам. Нахождение необходимых управляющих воздействий является главным результатом динамического моделирования влияния внешней среды на процессы обучения студентов и формирования у них определенного уровня коммуникативной культуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И.Е. Тимченко, Е.М. Игумнова, И.И.Тимченко. Системный менеджмент и АВС-технологии устойчивого развития. "Экоси-гидрофизика", – Севастополь, 2000. – 225 с.
2. И.Е. Тимченко, Е.М. Игумнова, И.И.Тимченко. Образование и устойчивое развитие. Системная методология. "Экоси-гидрофизика", – Севастополь. 2004. – 527 с.