

УДК 681

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СУБОРДИНАТИВНОГО БИЛИНГВИЗМА.
ВОЗНИКНОВЕНИЕ ИНТЕРЯЗЫКА****В.Г.Кирий¹, Н.Н.Рогозная²**Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Предлагается математическая модель субординативного билингвизма в виде системы дифференциальных уравнений Колмогорова, зависящая от четырех параметров процесса обучения неродному языку.

Ил.4. Библиогр.3 назв.

Ключевые слова: разработка; исследование и обоснование математической модели; дифференциальные уравнения Колмогорова; амбивалентная система; компьютерное обучение неродному языку.**A MATHEMATICAL MODEL OF SUBORDINATE BILINGUISM. THE ORIGINATION OF INTERLANGUAGE****V.G. Kiriy, N.N. Rogoznaya**Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074.

The authors present a mathematical model of the subordinate bilinguism in the form of the system of Kolmogorov's differential equations. The system depends on four parameters of teaching a foreign language.

4 figures. 3 sources.

Key words: development, research and substantiation of the mathematical model, Kolmogorov's differential equations, ambivalent system, foreign language computer teaching.

Функции коры головного мозга по мнению Goertzel B., являются непредсказуемыми на уровне деталей, но грубо предсказуемыми на уровне структуры [1]. В данной статье анализируется и предлагается математическая модель субординативного билингвизма. Явление субординативного билингвизма тесно связано с интерязыком, промежуточной самосозидающейся и саморазвивающейся лингвистической системой.

Таким образом, нами рассматриваются две лингвистические системы: родной язык и неродной язык. В результате изучения неродного языка возникает третья лингвистическая система – интерязык. Схема взаимодействия родного и неродного языков в процессе обучения согласно представлениям лингвистов выглядит следующим образом [2]. Из 100% обучающихся 5% достигают координативного (совершенного) билингвизма, при котором билинг в совершенстве владеет как родным, так и иностранным языками. Остальные 95% достигают состояния субординативного билингвизма, при котором наблюдаются постоянные динамические процессы либо в сторону увеличения объема знаний и сужения системы интерязыка, либо в сторону «отката знаний» и увеличения системы интерязыка, отмирания из-за невостребованности. Также наблюдается третье состояние – состояние «окостенения», когда объем знаний интерязыка фиксирован и находится без изменения.

Процесс обучения в такой системе можно рассматривать как процесс взаимодействия двух противоположностей, при котором одна противоположность

переходит в другую и обратно. Такие системы называют амбивалентными системами, для которых в ряде работ [3] предложена математическая модель анализа.

Графически процесс взаимодействия родного и неродного языков можно представить в виде схемы, приведенной на рис. 1.

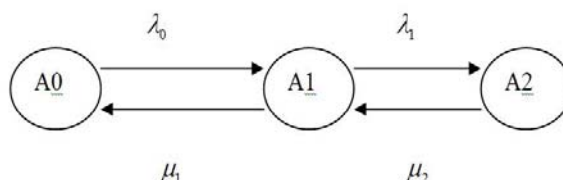


Рис.1. Граф модели субординативного билингвизма, как амбивалентная система

На рис. 1 обозначено: A0 – состояние родного языка; A1 – состояние интерязыка; A2 – состояние

неродного языка; λ_0 – интенсивность использования родного языка для изучения неродного языка; λ_1 – интенсивность обращения к неродному языку в процессе его изучения (очевидно, что этот параметр можно также связывать с процессом забывания); μ_1 – интенсивность обращения к родному языку при забывании значений слов, выражений, понятий неродного языка (явление «отката» из интерязыка); μ_2 – интенсивность использования неродного языка в процессе его изучения.

¹Кирий Виктор Григорьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры вычислительной техники, тел.: (3952)405163.
Kiriy Victor Grigorjevich, a candidate of technical sciences, a professor of the Chair of Computing machinery, tel.: (3952)405163.

²Рогозная Нина Николаевна, доктор филологических наук, профессор кафедры русского языка как иностранного, тел.: (3952)405360.

Rogoznaya Nina Nikolaevna, a doctor of philological sciences, a professor of the Chair of Russian Language as a foreign language, tel.: (3952)405360.



С точки зрения амбивалентных систем параметр λ характеризует преобразование родного языка в неродной, а параметр μ – процесс обратного преобразования.

Предполагается, что процесс изучения неродного языка носит вероятностный характер, так как зависит от множества часто случайных факторов. С учетом этого предположения в качестве математической модели анализа субординативного билингвизма предлагается следующая система дифференциальных уравнений, записанная относительно вероятностей состояний:

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt} P_0(t) &= -\lambda_0 P_0(t) + \mu_1 P_1(t); \\ \frac{d}{dt} P_1(t) &= \lambda_0 P_0(t) - (\lambda_1 + \mu_1) P_1(t) + \mu_2 P_2(t); \\ \frac{d}{dt} P_2(t) &= \lambda_1 P_1(t) - \mu_2 P_2(t).\end{aligned}$$

Матрица переходов выглядит следующим образом:

$$B = A1 \begin{vmatrix} & A0 & A1 & A2 \\ A0 & -\lambda_0 & \mu_1 & 0 \\ A1 & \lambda_0 & -(\lambda_1 + \mu_1) & \mu_2 \\ A2 & 0 & \lambda_1 & -\mu_2 \end{vmatrix}.$$

Предполагаем, что начальное состояние билинга

$A0$, т.е. $P^0(0) = 1, P^1(0) = P^2(0) = 0$.

Решение такой системы дифференциальных уравнений известно и в общем случае имеет следующий вид [3]:

$$\begin{aligned}P^0(t) &= \frac{e^{\alpha_1 t} [(\lambda_0 + \alpha_2)(\lambda_0 + \alpha_3) + \lambda_0 \mu_1]}{(\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_1 - \alpha_3)} + \\ &+ \frac{e^{\alpha_2 t} [(\lambda_0 + \alpha_1)(\lambda_0 + \alpha_3) + \lambda_0 \mu_1]}{(\alpha_2 - \alpha_1)(\alpha_2 - \alpha_3)} + \\ &+ \frac{e^{\alpha_3 t} [(\lambda_0 + \alpha_1)(\lambda_0 + \alpha_2) + \lambda_0 \mu_1]}{(\alpha_3 - \alpha_1)(\alpha_3 - \alpha_2)}; \\ P^1(t) &= \frac{e^{\alpha_1 t} \lambda_0 [-(\lambda_0 + \alpha_3) - (\lambda_1 + \mu_1 + \alpha_2)]}{(\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_1 - \alpha_3)} - \\ &- \frac{e^{\alpha_2 t} \lambda_0 [(\lambda_0 + \alpha_3) + (\lambda_1 + \mu_1 + \alpha_1)]}{(\alpha_2 - \alpha_1)(\alpha_2 - \alpha_3)} - \\ &- \frac{e^{\alpha_3 t} \lambda_0 [(\lambda_0 + \alpha_2) + (\lambda_1 + \mu_1 + \alpha_1)]}{(\alpha_3 - \alpha_1)(\alpha_3 - \alpha_2)}; \\ P^2(t) &= \frac{e^{\alpha_1 t} \lambda_0 \lambda_1}{(\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_1 - \alpha_3)} + \\ &+ \frac{e^{\alpha_2 t} \lambda_0 \lambda_1}{(\alpha_2 - \alpha_1)(\alpha_2 - \alpha_3)} + \\ &+ \frac{e^{\alpha_3 t} \lambda_0 \lambda_1}{(\alpha_3 - \alpha_1)(\alpha_3 - \alpha_2)},\end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}\text{где } \alpha_1 &= \beta_1 - \frac{\lambda_0 + \lambda_1 + \mu_1 + \mu_2}{3}, \\ \alpha_2 &= \beta_2 - \frac{\lambda_0 + \lambda_1 + \mu_1 + \mu_2}{3}, \\ \alpha_3 &= \beta_3 - \frac{\lambda_0 + \lambda_1 + \mu_1 + \mu_2}{3}, \\ \beta_1 &= \frac{1}{n} \cos \theta, \quad \beta_2 = \frac{1}{n} \cos(\theta + 120^\circ), \\ \beta_3 &= \frac{1}{n} \cos(\theta + 240^\circ),\end{aligned}$$

$$\theta = \frac{1}{3} \arccos \left[-\frac{q}{2} \left(-\frac{27}{p^3} \right)^{\frac{1}{2}} \right], \quad n = \left(-\frac{3}{4} p \right)^{\frac{1}{2}},$$

$$\begin{aligned}q &= \frac{1}{27} [2(\lambda_1 + \mu_1)^3 + 2\mu_2^3 - \\ &- \lambda_0^2 (3\mu_2 + 3\lambda_1 - 2\lambda_0 - 6\mu_1) - \\ &- 3\lambda_1^2 (\lambda_0 - 2\mu_2) - 3\mu_1^2 (\mu_2 - 2\lambda_0) - \\ &- 3\mu_2^2 (\lambda_0 - 2\lambda_1 + \mu_1) - \\ &- 3\lambda_0 (2\mu_1 \mu_2 + 2\lambda_1 \mu_2 - \lambda_1 \mu_1) + 3\lambda_1 \mu_1 \mu_2], \\ p &= \frac{1}{3} (\lambda_0 \lambda_1 + \lambda_0 \mu_2 + \mu_1 \mu_2 - 2\lambda_0 \mu_1 - \lambda_1^2 - 2\lambda_1 \mu_1 - \\ &- 2\lambda_1 \mu_2 - \mu_1^2 - \mu_2^2 - \lambda_0^2).\end{aligned}$$

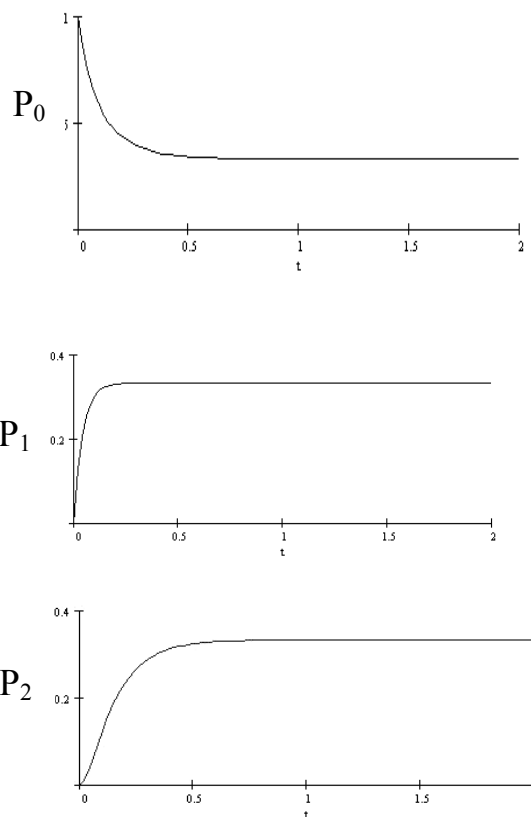


Рис. 2. Зависимость вероятностей состояний родного языка P_0 , интерязыка P_1 и неродного языка P_2 от времени при $\lambda_0 = \lambda_1 = \mu_1 = \mu_2$

Предложенная математическая модель показывает зависимость поведения системы от четырех параметров. С помощью специализированного пакета MathCad были получены графики зависимости вероятностей состояний системы от этих параметров по времени, содержательная интерпретация которых и представляет интерес (рис. 2).

Во-первых, обращает на себя внимание тот факт, что по истечении некоторого времени процесс обучения переходит в установившейся режим, при котором вероятности состояний не меняются (такой режим можно, очевидно, назвать режимом окостенения). Для такого режима система дифференциальных уравнений (1) переходит в систему алгебраических уравнений следующего вида:

$$0 = -\lambda_0 P_0 + \mu_1 P_1,$$

$$0 = \lambda_0 P_0 - (\lambda_1 + \mu_1) P_1 + \mu_2 P_2,$$

$$0 = \lambda_1 P_1 - \mu_2 P_2.$$

С учетом того, что $P_0 + P_1 + P_2 = 1$, находим решение данной системы, которое имеет следующий вид:

$$P_1 = \frac{\mu_2}{\lambda_1 + \frac{\mu_1 \mu_2}{\lambda_0} + \mu_2},$$

$$P_0 = \frac{\mu_1 \mu_2}{\lambda_0 \lambda_1 + \mu_1 \mu_2 + \lambda_0 \mu_2},$$

$$P_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \frac{\mu_1 \mu_2}{\lambda_0} + \mu_2}.$$

Обращает на себя внимание тот факт, что если все четыре параметра равны между собой, то вероятности трех состояний также равны и равны 1/3, т.е. идет интенсивное формирование интерязыка как смеси родного и неродного языков.

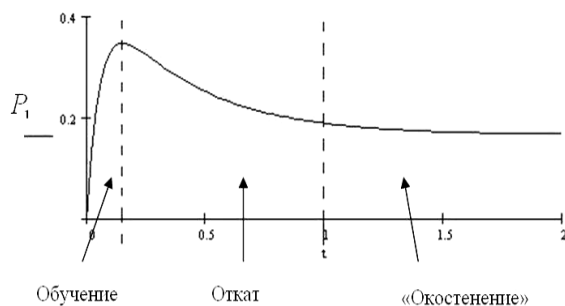


Рис. 3. График зависимости вероятности состояний

В качестве примера «отката» интерязыка приведем график зависимости вероятности состояний (рис. 3), полученный при других соотношениях между параметрами (интенсивностями обращения к родному и неродному языкам).

На приведенном графике показана зависимость вероятности состояния интерязыка P_1 от времени при неравенстве параметров

$$\lambda_0 = 8, \lambda_1 = 3, \mu_1 = 2, \mu_2 = 1.$$

Действительно, как показывает график для P_1 , сначала идет интенсивное формирование интерязыка, а затем появляется спад, причина которого скорее всего связана с малой интенсивностью обращения к неродному языку. Модель субординативного билингвизма показывает, что процесс отмирания не доходит до нуля и при достаточно большом времени функционирования все-таки имеют место остаточные знания неродного языка.

Одно из интересных применений модели связано с тем, что можно в процессе обучения менять параметры модели и при этом наблюдать поведение учащегося: если нас не устраивает объем знаний интерязыка, то следует изменить параметры для такого учащегося в нужную для преподавателя сторону.

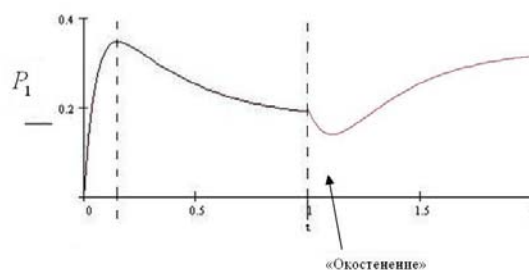


Рис. 4. Изменение процесса обучения в режиме «окостенение» при изменении параметров обучения

На рис. 4 показано, как после момента времени $t=1$ происходит изменение хода обучения при изменении параметров модели ($\lambda_0 = \lambda_1 = 4, \mu_1 = \mu_2 = 4$).

Другое применение модели субординативного билингвизма связано с тем, что на ее основе можно предложить оригинальную технологию обучения неродному языку с учетом индивидуальных особенностей учащегося. Здесь, конечно, возникает проблема определения параметров индивидуальной модели путем статистической обработки трека обучения для конкретного обучаемого.

Библиографический список

1. Goertzel B. 1994, Chaotic logic.-Ney York: Plenum.
2. Рогозная Н.Н., Хантакова В.М. Психоллингвистические аспекты билингвизма (пространство и время) // Лингвистические и методические стратегии обучения иностранцев русскому языку как средству межкультурной коммуникации. Иркутск, 2006.
3. Кирий В.Г. Амбивалентные системы, философия, теория, практика // Вестник ИрГТУ. 2005. № 4.