

УДК 061.12

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВУЯЗЫЧНОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

© Л.Л.Салехова

В статье обосновывается необходимость проектирования дидактических моделей билингвального обучения различным дисциплинам средствами русского и иностранного языков. В качестве примера приводится процедура конструирования и реализации модели двуязычного обучения математике средствами русского и английского языков в высшей педагогической школе.

Идея полилингвизма имеет многовековую историю. Многоязычие было популярным в эпоху Просвещения. В царской России XVIII в. существовали образцы двуязычных образовательных учреждений (Смольный институт, женские гимназии и пансионы, Симферопольское народное училище, медресе "Хусаиния", "Иш-Буби", "Галия" и т.д.), многие выпускники которых были высокообразованными и нравственными личностями. Накопленный веками теоретический и практический опыт несет в себе большой дидактический потенциал, который должен быть использован при проектировании и реализации современных моделей билингвального обучения.

С начала 90-х годов XX в. билингвальное обучение является ведущим направлением образовательной политики во многих странах мира. Можно говорить о сложившихся национальных моделях билингвального обучения, таких как канадская, американская, германская, об общеевропейской концепции "Еврошкола" (Х.Баррик, Х.Крист, М.Свен, А.Тюрман, Х.Хаммерли и др.) [1-4].

Билингвальное обучение стало объектом пристального внимания в последние десятилетия прошлого века в России. Это объясняется, во-первых, тем, что во многих национальных республиках были приняты законы о языках (Татарстан, Республика Саха, Башкортостан и т.д.), гарантирующие сохранение и развитие национальных культур и языков, развитие и совершенствование национально-русского двуязычия; во-вторых, изменился социокультурный контекст в отношении изучения иностранного языка, который востребован в современном обществе не только как средство коммуникации, но и как инструмент познавательной и профессиональной деятельности. Наряду с культурно-ориентированными моделями, предполагающими освоение учащимися лингвострановедческих и социокультурных знаний, приобретают актуальность предметно-ориентированные модели, в которых иностранный язык выступает в качестве средства изучения предмета, например, математики [5, 6].

Выделение математики в качестве предмета для билингвального обучения связано с рядом причин:

- математизация современной науки, техники и технологии, проявляющаяся в том, что знание делается точным тогда, когда для его описания удается использовать математическую модель;

- математический аппарат и соответствующие лингвистические стереотипы проникают во многие науки, на математику опирается физика; для химии базисными науками являются математика и физика, для биологии – математика, физика, химия и т.д.;

- специфика математического языка, которая проявляется в использовании символики, позволяет избежать расплывчатых формулировок и неточностей прочтения; тексты, написанные на языке формул, в известном смысле интернациональны, язык математики приспособлен для выражения общих закономерностей;

- любая математическая теория может быть изложена с помощью ограниченного набора стандартных языковых оборотов, их количество зависит от характера излагаемого математического материала: если в основном проводятся вычисления и преобразования формул, то конструкций нужно совсем немного, в алгебре их нужно больше, еще сложнее обстоит дело в геометрии;

- школьная математика является устоявшимся предметом, поэтому общее количество терминов в данной области школьных знаний стабильно;

- процесс дифференциации в математической подготовке учащихся (базовый уровень, профильный уровень) предъявляет новые требования к качеству подготовки учителей математики.

Залогом успешной педагогической деятельности в области предметно-ориентированного билингвального обучения становится высокий уровень развития как предметной (математической), так и иноязычной коммуникативной компетенции учителя, что, в свою очередь, выдвигает особые требования к процессу педагогическо-

го образования и необходимость в проектировании модели двуязычного обучения будущих учителей математики.

Поскольку дидактическая система математического образования педагогического вуза представляет собой целостный объект, следовательно, модель билингвального обучения математике есть интегрированная в нее подсистема, имеющая следующие компоненты: цели и задачи; модель содержания билингвального обучения; средства, формы, условия; результаты; мониторинг функционирования.

Формирование билингвальной предметной компетенции (БПК) по математике является стратегической целью в "пирамиде" педагогических целей проектируемой модели, которая реализуется через решение следующих задач билингвального обучения математике:

- 1) формирование и совершенствование лингвистической и математической компетенций студента;
- 2) развитие способности, готовности и умений использования иностранного языка как средства для получения информации по математике из разных сфер его аутентичного функционирования;
- 3) овладение математическими знаниями с использованием двух языков;
- 4) расширение информационного и образовательного поля студента, ориентация на познание богатства мировой культуры;
- 5) развитие интеллектуальных способностей, математического мышления обучающихся, их познавательных потребностей и интересов;
- 6) целостное культуросообразное развитие личности студента, реализация его личностного и творческого потенциала;
- 7) развитие личности будущего учителя в межкультурном/межъязыковом плане;
- 8) активизация студента как субъекта образовательной деятельности, субъекта межкультурной коммуникации;
- 9) формирование и совершенствование уровня мотивации к овладению предметными математическими знаниями и неродным языком.

Педагогический процесс формирования БПК будущего учителя математики, как и процесс любой другой деятельности, достаточно длительный и, несомненно, имеет свою динамику развития. Условием успешного использования иностранного языка как средства обучения и освоения математических знаний на билингвальной основе является сформированность у студента базовой коммуникативной компетенции и определенного уровня математического мышления. При конструировании модели мы исходили

из предположения, что БПК по математике может быть достигнута при поэтапной организации процесса билингвального обучения. В качестве основания для выделения этапов приняты уровни иноязычной компетенции студентов, описанные в документе "Common European Framework of Reference".

Содержание билингвального обучения выступает в разрабатываемой модели как системообразующий компонент, так как через него моделируется и программируется образовательный процесс. Под содержанием билингвального обучения мы понимаем социальный опыт человечества, изоморфный по структуре человеческой культуре, педагогически адаптированный, с учетом целей и принципов билингвального обучения, состоящий из четырех взаимосвязанных структурных компонентов: предметного, языкового, межкультурного и общепедагогического.

Критериями отбора содержания билингвального обучения математике служили следующие: опора на сквозные вопросы и универсальные математические методы школьного курса математики; единство теоретической и методической линий [7].

Билингвальные учебные программы в предложенной модели являются элементами основной образовательной программы. Разработанная учебная программа по курсу "Билингвальное обучение математике" имеет модульную структуру и в своей практической части содержит четыре предметно-тематических модуля, каждый из которых разбит на тематические разделы: 1 модуль (8 тем) – "Арифметика" – 10 часов; 2 модуль (6 тем) – "Геометрия" – 12 часов; 3 модуль (10 тем) – "Алгебра и начала анализа" – 20 часов; 4 модуль (3 темы) – "Информатика" – 6 часов.

Охарактеризуем разработанные учебные материалы. Написано учебное пособие по математике на английском языке "ARITHMETIC", в котором отражено содержание первого модуля программы. Типовое композиционное построение разделов пособия включает в себя введение нового предметного и языкового материала, закрепление и повторение. Составлен "Русско-английский словарь-минимум по математике". Аналогичный учебно-методический комплекс создан по информатике и информационным технологиям. Для второго и третьего модулей разработаны учебные тематические доосье.

При отборе и организации материала внутри темы обращалось внимание не только на предметно-содержательный, но и на языковой аспект. Тексты оценивались с точки зрения их лексической и синтаксической сложности, большое внимание уделялось их дидактической обработке,

под которой мы понимаем систему заданий, управляющих познавательной деятельностью студентов и связывающих воедино содержание с технологией обучения. Для формирования языковых средств вербализации мыслительных процессов (описания, объяснения, анализа, синтеза, обобщения) обучение математике предварялось изучением математических языковых клише на английском языке.

Для наиболее полной реализации задач и принципов билингвального обучения математике использовалась широкая палитра методов, приемов и средств обучения, их выбор и комбинация зависели от конкретной учебной ситуации (Табл.1). Лекции сопровождалась презентациями, созданными с помощью программы Power Point. Использование визуальных средств (видеофрагментов, структурно-логических схем и т.д.) при билингвальном обучении математике обладает большой значимостью, так как служит опорой для создания собственных высказываний и вербализации мыслительной деятельности студентов на иностранном языке, что является следующим этапом при освоении предметного математического содержания после освоения языковых средств.

Для развития у будущих учителей математики культуры математической речи использовался специальный комплекс упражнений. В него входят задания, предназначенные для работы с терминологией, символикой и графическими изображениями, со словесно-логическими конструкциями математического языка, с письменными обучающими математическими текстами.

Студенты разрабатывали проекты билингвальных уроков по математике: Trigonometric Functions (Тригонометрические функции), Set Theory (Теория множеств), Mathematical Induction (Математическая индукция), Quadrilaterals (Четырехугольники), Quadratic Equations (Квадратные уравнения), Complex Numbers (Комплексные числа), What is a Function? (Что такое функция?), The Fundamental Theorem of Algebra (Основная теорема алгебры), Arithmetic and Geometric Sequences (Арифметическая и геометрическая прогрессии) и т.д.

Формирование предметных знаний в процессе билингвального обучения математике осуществлялось индуктивным путем и посредством эвристических методов: от понимания к понятию, через упражнения к усвоению понятийного аппарата, выявлению закономерностей и формулировке правил, теорем и разработке алгоритмов.

Изучение учебной дисциплины в билингвальном режиме представляет собой сложный процесс, так как содержание должно усваиваться

через так называемый "фильтр" иностранного языка, что предполагает концентрацию обучающегося одновременно как на содержании, так и на форме. Было установлено, что объединению мышления и речи в процессе билингвального обучения математике наилучшим образом способствует прием решения речемыслительных задач (понятийно-лексических, математических, ситуативных), так как при этом: мыслительная деятельность направлена на неязыковой предмет; речь отрабатывается на умственных действиях; достигается автоматизм речевого действия; умственные и речевые действия поддаются контролю со стороны преподавателя за счет их предопределенности.

Этапы и соответствующие им уровни реализации спроектированной модели билингвального обучения математике в педагогическом вузе представлены в виде таблицы (Табл. 1).

Таблица 1.

Уровни реализации модели билингвального обучения в вузе

Этап	Содержание	Организационные формы и методы	Соотношение языков
I	основная единица содержания – билингвально-дидактический элемент, включаемый в содержание ИЯ и математических дисциплин; направленность содержания – социокультурная	интегрированные лекции и семинарские занятия; проектная деятельность; информационные технологии; традиционные методы обучения	дублирующая модель с элементами аддитивной
II	единица содержания – билингвальный предметно-тематический модуль; интегрированная модульно-блочная программа; основной акцент в содержании на школьную математику	элективный курс; беседа, лекция, проектная деятельность, текстовая информационная деятельность, решение речемыслительных задач, мягкое погружение (иммерсия), частично-поисковый и исследовательский методы	аддитивная модель с элементами паритетной
III	единица содержания – математическая дисциплина на ИЯ; модульно-блочное построение содержания;	спецкурсы или факультативные занятия; иммерсия – основной метод; методы преподавания математики	паритетная модель

	направленность содержания – научная в рамках выбранной дисциплины	ческих дисциплин (лекция, беседа, проблемное обучение, самостоятельная работа с учебной и научной литературой, самостоятельное выполнение тренировочных упражнений и решение предметных задач)	
--	---	--	--

Таблица 2.

Диагностика базовых коммуникативных качеств математической речи

Коммуникативное качество математической речи	Контрольная группа		Экспериментальная группа		$Z_{набл}$	$Z_{кр}$
	\bar{x}_e	$D_e(X)$	\bar{y}_e	$D_e(Y)$		
Логичность	1,80	0,51	2,02	0,43	-2,66	2,32
Точность	1,82	0,49	1,98	0,42	-2,07	1,64
Правильность	1,90	0,49	2,10	0,38	-2,52	2,33

где \bar{x}_e , $D_e(X)$ и \bar{y}_e , $D_e(Y)$ - выборочное среднее и выборочная дисперсия.

Целью организации и проведения опытно-экспериментальной работы (с 1997 по 2007 гг.) являлась апробация описанной выше дидактической модели билингвального обучения математике будущих учителей и оценка развития их билингвальной предметной компетенции (БПК). Экспериментальной базой выступал Татарский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Казань), общий охват студентов составил 615 человек. Для диагностики сформированности предметного, языкового, межкультурного, общепедагогического компонентов БПК по математике студентов, обучающихся на билингвальной основе, был разработан специальный инструментарий, включающий в себя контрольные работы, тесты, анкеты и учебное портфолио.

Сформированность иноязычного и предметного компонентов БПК определялись с помощью теста по математике на английском языке, разработанного на основе теста Edexcel GCE для студентов, обучающихся по программе международного бакалавриата. При помощи анкет диагностировались эмоционально-оценочный и культурно-исторический аспекты межкультурного компонента БПК, а для измерения общепедагогического компонента использовалась шкала оценки готовности будущих учителей к когнитивной деятельности по реализации межпредметных связей. Результаты обрабатывались с помощью методов математической статистики.

Так, в таблице 2 приведены итоги статистической обработки результатов диагностики базовых коммуникативных качеств математической речи у студентов контрольной (135 чел.) и экспериментальной (145 чел.) групп по критерию для сравнения двух средних произвольно распределенных генеральных совокупностей. В экспериментальной группе осуществлялось билингвальное обучение математике, в контрольной группе реализовывалось традиционное монологическое обучение студентов.

Из табл.2 видно, что по всем качествам математической речи справедливо неравенство, $Z_{набл} < -z_{кр}$, следовательно, экспериментальное билингвальное обучение математике средствами русского и английского языков с точки зрения его влияния на повышение уровня культуры математической речи эффективнее традиционного монологического обучения студентов, реализуемого в контрольной группе.

Междисциплинарно-компетентностный подход к диагностике результатов двуязычного обучения потребовал применения нетрадиционных методов измерения БПК по математике, поэтому оценивалось учебное портфолио студентов. Содержание портфолио было разбито на категории, и далее осуществлялось процентное распределение общей оценки по отдельным категориям: *обязательная категория* (50%): промежуточные и итоговые проверочные работы, тесты, конспект билингвального урока по математике; *необязательные категории* (50%): *ситуативные* (20%) – выполнение проекта по математике и его электронная презентация, ролевая игра; *описательные и поисковые* (15%) – копии статей из математических журналов и книг, прочитанных студентом, копии файлов и текстов из сайтов Интернета, компьютерных программ и энциклопедий и т.д., *внешняя* (5%) – описание результатов наблюдений преподавателя, одноклассников за данным студентом на занятиях, во время ролевой игры, дискуссии, презентации проекта, ответов на вопросы и т.д. Учебное портфолио оценивалось по четырехуровневой шкале. Результаты оценки продемонстрировали прогресс в обучении по результатам, по приложенным усилиям, по материализованным продуктам учебно-познавательной деятельности у более чем 60% студентов, обучавшихся на билингвальной основе.

Представлялось также важным учесть субъективную оценку, то есть отношение участников эксперимента к различным аспектам процесса билингвального обучения с целью его совершенствования и коррекции. Данная оценка диагно-

стировалась с помощью метода беседы и интервью. Полезными признали билингвальные курсы 90,32% респондентов. Мотивами освоения содержания билингвальной учебной программы служили следующие: получение лучших шансов для дальнейшего образования, самообразования и профессиональной карьеры (58,06%); совершенствование математической и методической компетенций (41,94%); развитие иноязычной языковой компетенции (41,94%); обогащение общекультурных знаний за счет получения межкультурной информации (35,48%).

Таким образом, результаты проведенного эксперимента демонстрируют эффективность дидактической системы, реализующей предметно-ориентированную дидактическую модель, спроектированную на основе практического применения концептуальных и технологических основ билингвального обучения математике.

1. Alex Housen. Process and Outcomes in the European Schools. Model of Multilingual Education // *Bilingual Research Journal*. 2002. №26, Spring. P.1-5.
2. Anita C.Hernandes The Expected and Unexpected Literacy Outcomes of Bilingual Students // *Bilingual Research Journal*. 2001. №25, Summer. P.123-134.
3. *Bilingual Schools in Europe / Council of Europe. Report of Workshop*. Graz, 1995. №4/95.
4. Barik H., Swain M., Guadino V. Canadian experiment in bilingual schooling in the senior grades: The Peel study through grade ten. Mimeo: Ontario Institute for studies in education, Toronto, 1975.
5. Bailey, P., & Shan, S. Mathematics for a multicultural society, underachievement and the national curriculum // *Mathematics in School*. 1991. №20(2), Mar. P.20-21.
6. Borba M.C. Ethno mathematics and education. For the Learning of Mathematics // *An International Journal of Mathematic Education*. №10(1), Feb. P.39-43.
7. Салехова Л.Л. Теория и практика развития школ с билингвальным обучением. Казань, 2004.

DESIGNING THE DIDACTIC MODEL OF BILINGUAL METHODS OF TEACHING MATHEMATICS

L.L.Salekhova

The article explains the necessity of designing the didactic model of bilingual methods of teaching mathematics by means of the Russian and foreign languages. The procedure of designing and realization of this model in high school is shown as an example.