

ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СПОСОБ ИНТЕГРАЦИИ В ПЕДАГОГИКЕ США

PROJECT TRAINING AS AN INTEGRATION STRATEGY IN THE USA EDUCATION STUDIES

ЧОШАНОВ М.А., д-р пед. наук, профессор Техасского университета в Эль Пасо, США

CHOSHANOV M., Doctor of pedagogical sciences, Professor of the University of Texas in El Paso, Texas, the United States

Аннотация

В данной статье представлен аналитический обзор проблемы интеграции в профессиональной школе США, описывается многомерная модель, а также различные типы интеграции естественно-математической и общепрофессиональной подготовки на основе подхода, опирающегося на концепцию опытности в педагогике США. Представлены варианты целевой, содержательной и процессуальной интеграции в работе команд преподавателей в процессе реализации проектного обучения.

Abstract

The article presents an analytical review of the problems of integration in the professional school of the USA, describes the multivariate model, as well as the integration of different types of scientific-mathematical and general professional training using the approach based on the concept of experience in teaching in the United States. The variants of the target, meaningful and process integration in the work of teams of teachers in the implementation of project-based learning are given.

***Ключевые слова:** интеграция, педагогика США, сравнительная педагогика.*

***Key words:** integration, pedagogical science in the USA, comparative pedagogical science.*

Введение в проблему

Актуальность проблемы интеграции в профессиональной школе США связана с возросшим интересом педагогов-ученых и учителей-практиков страны к проектированию учебных программ, направленных на личностно-ориентированное развитие студентов в рамках конструктивистской парадигмы обучения, и созданию условий, при которых акцент переносится с изучения изолированных учебных дисциплин к освоению комплексных проектов, направленных на решение прикладных проблем. Практическая значимость анализа этой проблемы для российской педагогической науки заключается в возможности адаптации и внедрения некоторых подходов и моделей интеграции естественно-математической и общепрофессиональной

подготовки, используемых в колледжах США, в учебные заведения среднего профессионального образования Российской Федерации.

Интеграция – не самоцель, а, прежде всего, механизм решения ключевых задач и достижения основных целей профессионального образования. Главная цель подготовки студентов в профессиональной школе США триединая: подготовка к успешной профессиональной карьере; подготовка к продуктивной жизнедеятельности как гражданина страны; подготовка к эффективному непрерывному образованию и самообразованию. Основными целями интеграции естественно-математической и общепрофессиональной подготовки студентов в колледжах США являются следующие:

- 1) повышение уровня естественно-математической и общепрофессиональной подготовки студентов за время обучения в колледже;
- 2) усиление практической и профессиональной значимости и направленности естественно-математической подготовки студентов, откуда вытекает, в частности, что естественно-математические предметы в профессиональной школе должны преподаваться преимущественно как лабораторные дисциплины;
- 3) использование инновационных технологий в процессе интеграции естественно-математической и общепрофессиональной подготовки как неременное условие любой образовательной программы;
- 4) сбалансированное сочетание новых и традиционных методов обучения в процессе интеграции должно быть эффективным и результативным;
- 5) курсы естественно-математических и общепрофессиональных дисциплин в колледжах должны обеспечивать непрерывность подготовки студентов на следующих ступенях обучения.

В результате изучения научно-педагогической литературы и анализа эмпирических данных об особенностях интеграции естественно-математической и общепрофессиональной подготовки студентов в системе профессионального образования США (Stevenson, Carr, 1993; McComas, Wang, 1998; Hernandez, Brabdefur, 2003; Stone, Alfred, Pearson, 2011), можно выделить следующую основополагающую ее характеристику – *многомерность*. Она отражает как *структурную*, так и *компонентную*, а также *организационную* составляющие интеграции.

Структурная интеграция предполагает следующие ее основные типы:

- интеграция на уровне отдельных *дисциплин* естественно-математического и общепрофессионального циклов;
- интеграция на уровне *циклов* естественно-математических и общепрофессиональных дисциплин;
- интеграция на уровне *программ* профессиональной подготовки;
- интеграция *профессиональной школы и производства* на уровне учебных заведений и работодателей;
- интеграция *науки и производства*.

Компонентная интеграция предполагает тот факт, что каждый тип интеграции может быть рассмотрен с учетом особенностей *целевой, содержательной и*

процессуальной составляющих профессионального образования, в том числе естественно-научной и общепрофессиональной подготовки студентов. Причем разработка и внедрение интеграции тесно связаны с ключевой организационной ее составляющей - *командным подходом*, предполагающим коллективную работу преподавателей по реализации интеграции в учебном процессе. Более того, командный подход (team approach) / сотрудничество (collaboration) / партнерство (partnership) является механизмом интеграции усилий и ресурсов для достижения поставленной цели, двигателем процесса интеграции в профессиональном образовании США.

Одним из ярких примеров целевой интеграции является подход, основанный на *концепции опытности* (proficiency-based approach). В современных исследованиях американских ученых-педагогов он призван заменить компетентностный подход, который доминировал в педагогике США последнюю четверть XX века. Подход, основанный на понятии опытности, пришел в педагогику США с лингвистики, а именно, ускоренной подготовки переводчиков и агентов американской разведки со знанием иностранного языка во время Второй мировой войны. В частности, в математической подготовке (NRC, 2001, Adding It Up) в понятие «математическая опытность» (mathematical proficiency) входят следующие компоненты: процедурная гибкость (procedural fluency), концептуальное понимание (conceptual understanding), стратегическая компетентность (strategic competency), адаптивное рассуждение (adaptive reasoning), продуктивная диспозиция (productive disposition). Как видится, компетентность (в данном случае, стратегическая, или умение решать проблемы) рассматривается как одна из составляющих опытности.

Содержательная и процессуальная интеграция

Последние 10-15 лет в общеобразовательной и профессиональной школах США предпринимаются масштабные меры по реформированию математического, естественно-научного и общетехнического образования. Настала пора, говорят американские педагоги, прекращать «обучение математике ради самой математики». Даже интеграция математики и естественных наук не удовлетворяет потребностям сегодняшнего дня, возникает насущная необходимость интеграции математики, науки и общепрофессиональных дисциплин. Причем связи (connections) и приложения (applications) как в одну (например, общепрофессиональная направленность математической подготовки, Hernandez, Vrabdefur, 2003), так и в другую сторону (математическая направленность общепрофессиональной подготовки, Stone, Alfred, Pearson, 2011), при всей их эффективности, также не решают проблему интеграции. Нужна многоуровневая, разносторонняя и полифункциональная интеграция учебных программ и подготовок как на целевом, так на содержательном и процессуальном уровнях.

В школах и колледжах США учебные программы разрабатываются по принципу пять базисов, согласно которому «математика» (M) представлена как автономная обязательная дисциплина, а предмет «наука» (science - S) – как блок естественно-научных дисциплин. Предмет «Технологическое

образование» (Т) соответствует российскому аналогу общепрофессиональных / общетехнических дисциплин. В исследованиях американских педагогов подчеркивается особая роль общепрофессионального образования в интеграции MSAT (Mathematics, Science and Technology). Именно в общепрофессиональной подготовке возникают практические ситуации, требующие органического приложения математических и естественно-научных знаний. Иными словами, общепрофессиональная подготовка является контекстуальной базой интеграции MSAT. Общепрофессиональная подготовка с ее сильной экспериментальной составляющей, утверждают американские педагоги, позволит перевести изучение абстрактной математики из традиционной классно-урочной системы в условия лабораторий и экспериментальных мастерских для выполнения реальных проектов и решения практических проблем. Именно общепрофессиональная подготовка позволит устранить искусственные барьеры между содержанием курсов математики, науки и технологии, а также создать естественные условия для изучения объектов реального мира, которые по природе своей интегративны.

Дидактическим основанием интеграции MSAT служит популярная в современной педагогике США теория конструктивизма. Главный принцип конструктивизма заключается в создании условий для самоконструирования знаний студентами в процессе исследования и решения реальных проблем, включения студентов в процесс мысленного поиска и эксперимента, эквивалентного по структуре научно-исследовательской деятельности ученого. Многие принципы конструктивизма созвучны основным положениям хорошо известного российским педагогам личностно-ориентированного обучения на уровне исследовательского метода обучения. Стартовой позицией для реализации интегративного подхода в учебном процессе является создание *команды преподавателей* из разных дисциплин с единой педагогической идеологией и высокой мотивацией работать совместно над общей проблемой интеграции. Отдаленным аналогом в российском опыте являются межпредметные цикловые комиссии. Каковы же особенности работы команды преподавателей-предметников по реализации интеграции MSAT? Надо отдать должное американским ученым и методистам, оперативно реагирующим на инновации в педагогике и своевременно разрабатывающим соответствующую учебно-методическую поддержку для той или иной инновации. Именно поэтому в колледжах США практически отсутствует нехватка добротных учебных пособий и практических рекомендаций по проблеме интеграции. С этой точки зрения интегративные команды начинают работу далеко не с нуля; они обеспечены, как минимум, интегративным содержанием - конкретными межпредметными разработками и практическими интегративными проектами.

Основными факторами успешной работы команды являются: координация и постоянная связь, четкое планирование и гибкость в совместной работе. Координация предполагает постоянные контакты между преподавателями как в организационном, так и в содержательном аспектах. Особенно важны

взаимоконсультации преподавателей по смежным вопросам, что дает возможность, например, преподавателю математики лучше понимать общепрофессиональные и технологические процессы, а преподавателю-технологу - лишний раз вспомнить математические формулы и теоремы. В процессе непосредственной реализации программы интеграции рекомендуется проводить ежедневные интегративные пятиминутки до начала учебного дня и аналитические мини-заседания в конце занятий.

Планирование – центральный фактор в работе команды преподавателей. От того, насколько детально будет продумано взаимодействие преподавателей, во многом будет зависеть успех работы команды. В планировании желательно не допускать общих формулировок и размытых дат. Особое внимание рекомендуется уделять детальному описанию обязанностей и сферы ответственности каждого члена команды. Одному из преподавателей команды можно предложить выполнять функции координатора и инициативного лидера программы интеграции, что ни в коей мере не должно снижать роли и ответственности других членов команды. Это условное лидерство, обязанности по которому поочередно должны передаваться другим членам команды. Гибкость в работе команды предполагает, прежде всего, творческое отношение преподавателей к программе интеграции. Очевидно, что целевая, содержательная и процессуальная интеграция различных учебных программ – дело далеко не простое. Практика показывает, что в процессе реализации интегративного подхода могут возникать различные проблемы: начиная с десинхронизации предметных знаний и кончая различиями в обозначении одних и тех же понятий и терминов в разных дисциплинах. Может оказаться так, что для данного проекта математическая часть является уже пройденным материалом (в этом случае мы говорим о ретроспективной межпредметной связи), а физико-химическая часть требует знаний и умений, которые только предстоит усвоить учащимся в недалеком будущем (перспективная межпредметная связь). Такого рода проблемы естественны, поскольку каждый учебный предмет имеет свои стандарты и требования к содержанию образования на каждой ступени обучения. Иными словами, современное состояние проблемы интеграции требует учета того факта, что предметный стандарт первичен, а работа по синхронизации содержания интегрируемых дисциплин – вторична, производна от стандартов отдельных учебных предметов. Именно в такого рода ситуациях команде преподавателей и требуется проявить творческую инициативу и педагогическую гибкость: несколько переструктурировать содержание, применить методы опережающего обучения, использовать приемы разработки долгосрочных проектов и т.д. Каковы основные содержательные компоненты работы интегративной команды преподавателей? Во-первых, это работа над общим содержанием интегративных проектов. Далее – работа над общей методикой реализации интегративного проекта. И, наконец, работа над предметным содержанием проекта и частной методикой его реализации.

Основным содержательным средством интеграции, наиболее эффективно зарекомендовавшим себя в практике американской профессиональной школы, являются *комплексные проекты*, которые в основе своей ориентированы на поиск какого-либо практически значимого технологического решения: объекта или процесса. В течение учебного года достаточно запланировать 4-6 таких комплексных проектов. Краткое содержание каждого из интегративных проектов включает в себя: описание практической проблемной ситуации, формулировку проблемы проекта, определение ресурсов и границ для осуществления проекта, описание условий испытаний и проверки проекта, перечень документации, которая должна быть оформлена и представлена после завершения проекта.

Каждый член команды преподавателей внимательно знакомится с кратким содержанием проекта, после которого вступает в силу этап координации и совместной работы над данным проектом: взаимоконсультации, согласование содержания учебных программ, разработка учебно-методического обеспечения (конспектов уроков, дидактических средств, наглядных и раздаточных материалов...) и т.д. Практически в таком же виде краткое описание проекта получают и студенты. Студенты так же, как и преподаватели, работают над проектом в командах – малых группах (по 3-5 человек), что, однако, не исключает возможности выполнения индивидуальных проектов. В зависимости от содержания проекта он может быть как краткосрочным (например, сконструировать модель простейшей механической моторной лодки), так и долгосрочным (например, спроектировать модель системы отопления и освещения жилого дома (коттеджа) от солнечной энергии). Как правило, в требования проектов входит изготовление мини-моделей конструируемых объектов. Методика работы над проектом включает в себя следующие этапы:

1. *Проработка аналогичного проекта командой преподавателей.* Прежде чем задавать проект для выполнения студентам, преподаватели сами должны прочувствовать каждый этап выполнения проекта, проработать каждый элемент проекта. Только после этого они будут чувствовать себя уверенно в аудитории при работе над проектом со студентами. С другой стороны, нежелательно показывать примеры-аналоги студентам, ибо они часто стремятся скопировать продемонстрированные аналоги. Тем самым снижается творческий потенциал проекта.

2. *Формулировка целей и результатов интегративного обучения.* Эффективность выполнения проекта во многом зависит от четко сформулированных целей и результатов обучения: какие конкретные знания и умения студенты приобретут после завершения работы над проектом, какова величина прогнозируемого прироста в способностях студентов в конце проекта по сравнению с его началом и т.д. Эти цели и результаты обучения должны быть доведены до сведения студентов, они должны быть предельно доступны и понятны студентам. Желательно, чтобы студенты осознали цели, чтобы после работы над проектом смогли убедиться в приращении своих знаний и умений. Этот момент очень важен с

психологической точки зрения: если студенты будут видеть и осознавать результаты своей работы (как количественные – в виде сконструированного проекта и полученной оценки и поощрения, так и качественные – в виде прироста и изменения в своих способностях), они с большим желанием будут работать над следующими проектами.

3. *Проработка каждой составляющей проекта: математической, естественно-научной и общетехнической.* Желательно, чтобы каждый член команды преподавателей имел представление об основных понятиях и закономерностях из смежных областей знания, которые будут задействованы в проекте. Так, преподаватель математики, например, должен знать, какие физико-химические понятия и закономерности, а также какие темы по общепрофессиональному образованию потребуются в процессе реализации проекта. А преподаватель-технолог, в свою очередь, - знать математическую и естественно-научную составляющие проекта. На этом этапе важны согласованная работа преподавателей над смежным по содержанию предметом, постоянное взаимообучение и взаимоконсультации преподавателей. Таким образом, интегративный подход к обучению естественно-математическим и общепрофессиональным дисциплинам подспудно является мощным средством повышения квалификации преподавателей.

4. *Проработка этапов проектирования: дизайна, конструирования и испытания.* Как преподаватели, так и студенты должны иметь представление об общих этапах технологического проектирования, а также особенностях работы на каждом конкретном этапе. Так, на этапе дизайна основная работа связана с поиском идеи и концепции проекта, а также с его графическим воплощением. Этот этап может включать в себя занятия как по естественно-математическому циклу, так и по общепрофессиональному образованию. На этапе конструирования основная работа сосредотачивается в общепрофессиональной лаборатории или экспериментальной мастерской. Здесь необходимо подобрать соответствующий материал для изготовления модели, организовать технологический процесс по конструированию отдельных частей модели и проекта в целом. Этап пробных испытаний и оценки модели включает в себя элементы тестирования, измерения, сбора данных и статистической обработки результатов испытаний. Данный этап может протекать на занятиях различных дисциплин: естественно-математических и общепрофессиональных. Для более согласованной и четкой работы над проектом команде преподавателей рекомендуется составить тематическую матрицу с этапами проектирования.

5. *Дидактическая поддержка проекта.* На данном этапе составляется список дидактических средств и необходимых учебных материалов для осуществления интегративного проекта. Этот список может включать в себя краткие конспекты уроков по всем дисциплинам, набор наглядных и мультимедийных средств, пакет раздаточных материалов, глоссарий терминов, список рекомендуемой литературы, педагогические программные

средства и т.д. Иными словами, каждый член команды преподавателей должен подготовить все необходимые дидактические средства и материалы для успешного осуществления проекта. Это может быть отдельная папка по данному проекту, копии которой раздаются всем членам команды. В дальнейшем такая папка может быть оформлена в виде методического пособия и может использоваться другими преподавателями для осуществления интегративных проектов.

Помимо общей методики работы над проектом, преподаватели-предметники прорабатывают частные методики по каждой дисциплине в отдельности. Технология работы преподавателя на данном этапе во многом схожа с этапами общей методики, рассмотренной выше. Единственное отличие заключается в том, что на предыдущем этапе речь шла об интегративных (общих) процедурах, а на данном этапе – о предметных (частных) формах и методах обучения в рамках комплексного проекта. В частности, на данном этапе формулируются цели и результаты обучения конкретной дисциплине, указывается соответствие этих целей позициям соответствующего предметного стандарта, детально прорабатывается каждая тема, включенная в интегративный проект, разрабатываются системы заданий и упражнений, комплектуются тестовые и контрольные работы, осуществляются выбор и сочетание соответствующих методов и форм обучения. Особое внимание рекомендуется уделять методам и формам конструктивного обучения: активного включения студентов в мыслительный процесс, стимуляции и поддержки учебных дискуссий, высказывания и обоснования собственных идей и точек зрения (пусть, на первых порах, и ошибочных), поощрения инициативы и смекалки в процессе работы над проектом, развития критического и творческого мышления студентов. Таким образом, основная частнометодическая идея работы над интегративным проектом заключается в создании условий для самостоятельного творческого исследования и проектирования конкретной модели силами самих студентов. Преподаватель в данном случае должен выступать лишь только как координатор, консультант и организатор работы студентов над проектом. С этих позиций преподавателю рекомендуется продумать малейшие детали: какие конкретные вопросы задавать студентам, чтобы спровоцировать их на дискуссию; какой конкретный уровень подсказок давать студентам, чтобы не нарушать процесс их самостоятельного поиска; какие раздаточные материалы подготовить к занятию и т.д. Кстати, быть координатором и консультантом гораздо сложнее, чем традиционным «урокодателем».

Немаловажный элемент работы над проектом – его интегративная оценка. Что включается в оценку, какого типа работы и задания сдаются на проверку преподавателю после завершения работы над проектом? Конечно же, в первую очередь, в качестве основного результата работы студенты должны представить на оценку саму модель технологического объекта или процесса. Главная идея оценки заключается в ее всесторонности: на оценку сдаются все продукты учебно-познавательной деятельности студентов, которые были созданы в процессе работы над проектом. Это и наброски рисунков, и

черновики технических и математических расчетов и измерений, и краткие записи основных конструктивных идей, и копии статей, которые были использованы для работы над проектом, и фотографии, и неудачные экземпляры модели, и данные, которые были собраны во время пробных испытаний модели, и пространственные чертежи модели, и графики, и т.д. Все эти продукты учебно-познавательной деятельности собираются в так называемые *учебные портфолио*. Форма портфолио может быть произвольной, например, специальная коробка, в которую складываются перечисленные элементы. Совершенно очевидно, что основная идея портфолио – показать весь тот объем работы, поисков и исследований, который был проделан студентами в процессе выполнения интегративного проекта. Содержание портфолио оценивается командой преподавателей-предметников. Структура портфолио не ограничивается лишь только традиционными бумажными носителями информации. В портфолио могут быть включены и магнитные носители информации (карты памяти, флешки) с набранными компьютерными текстами, компьютерной графикой, выдержками статей из компьютерных энциклопедий и интернетовских сайтов, а также аудио- и видеоматериалы по теме проекта. Даже персональные электронные письма студентов, которыми они обменивались по проблеме проекта, могут быть включены в портфолио.

Нельзя недооценивать возможности освещения лучших проектов на интернетовской страничке колледжа. Были случаи, когда проектами студентов заинтересовывались солидные фирмы, узнав об этом через Интернет, и заключали выгодные контракты с колледжами и студентами, которые выполнили удачный проект. Студенты должны быть уверены, что каждый элемент в портфолио будет детально изучен и объективно оценен командой преподавателей. Даже черновые наброски и неудачные экземпляры модели, включенные в портфолио, несомненно, будут оценены преподавателями. Тем самым, портфолио как система оценки несет в себе достаточно действенный мотивационный заряд: ценятся каждый шаг и каждое усилие в работе студентов, ничто не обделяется вниманием. С другой стороны, очевидно, что необходима дифференциация в оценке отдельных элементов портфолио и индивидуального вклада каждого члена команды. Вполне понятно, что оценка работы по поиску и копированию статьи, использованной в проекте, будет отличаться от количественной оценки работы по выполнению трехмерного рисунка модели. Индивидуальная составляющая оценки формируется на базе выполненных студентами индивидуальных тестовых заданий и контрольных работ. Конечная оценка портфолио складывается из оценок отдельных элементов портфолио. Здесь наиболее удобна кумулятивная/рейтинговая оценка. В каждом конкретном случае команда преподавателей может разработать собственную методику оценки выполненного проекта. Структура портфолио и конкретные его элементы могут быть обсуждены и детализированы членами команды преподавателей и представлены для ознакомления студентам до начала работы над проектом. Желательно также ознакомить студентов с критериями

оценки проекта. Необходимо продумать критерии оценки наиболее оригинальных технологических решений. После завершения работы над проектами рекомендуется проводить ярмарки, устраивать выставки и презентации наиболее удачных проектов для ознакомления их с широкой общественностью. Это поможет лишний раз убедить студентов в том, что совместное изучение естественно-математических и общепрофессиональных дисциплин дает конкретные результаты в виде выполненных интегративных проектов и новых знаний, сконструированных студентами в процессе работы над комплексными проектами.

Заключение

Многомерная модель интеграции, представленная в данной статье, определяется основными целями и ключевыми задачами профессионального образования в колледжах США и включает в себя организационную, структурную и компонентную составляющие. Организационная составляющая представляет собой механизм реализации интеграции, аккумуляции усилий и ресурсов посредством командного подхода с элементами сотрудничества и партнерства между заинтересованными сторонами. Структурная составляющая охватывает различные типы интеграции: на уровне отдельных дисциплин, циклов дисциплин, программ профессиональной подготовки, а также на уровне интеграции учебного заведения и производства, интеграции науки и производства. И, наконец, компонентная составляющая предполагает системный охват основных элементов образовательного процесса: целевого, содержательного и процессуального, включая систему контроля и оценки эффективности профессиональной подготовки.

Многомерная модель интеграции в профессиональной школе США выявлена в результате анализа оригинальных источников, научной литературы и практического опыта ведущих научно-педагогических центров США по профессиональному образованию: Национального центра исследований профессионально-технического образования в Беркли, Калифорния (National Center for Research in Vocational Education), Национального исследовательского центра по карьерному и техническому образованию (National Research center for Career and Technical Education), Национального института по труду и обучению Академии развития образования США (National Institute for Work and Learning, Academy of Educational Development), а также Американской математической ассоциации двухгодичных колледжей (American Mathematical Association of Two-Year Colleges) и опыта реализации интегративной модели подготовки учителя в Техасском университете в Эль Пасо.

Предварительный анализ результатов исследований американских ученых по проблеме интеграции показывает, что несмотря на тот факт, что цели интеграции в профессиональной школе США многогранны, они имеют четко обозначенный вектор - повышение уровня подготовки будущих специалистов с использованием подхода, опирающегося на концепцию опытности. Работы C.Stevenson, J.Carr (1993), W. McComas, H.Wang (1998), V.Hernandez,

J.Brandefur (2003), J.Stone, C.Alfred, D.Pearson (2011) и других ученых подтверждают тот факт, что в результате интеграции повышается не только уровень подготовки студентов по естественно-математическим и общепрофессиональным дисциплинам, но также уровень их интереса и мотивации к профессиональной деятельности в целом.

References:

1. Blake S., Pacheco A., Tchoshanov M. et al. (2003). Keeping the whole village together: Sharing responsibility for the learning of all students // National Forum of Teacher Education Journal. - Vol. 13 (1), 43-52 p.
2. Brooks J., Brooks M. (1993). In Search of Understanding. The Case for Constructivist Classrooms. - Alexandria, VI: ASCD.
3. Hernandez V. & Brabdefur J. (2003). Developing authentic, integrated, standards-based mathematics curriculum // Journal of Vocational Educational Research, 28(3), 259-283 p.
4. Interdisciplinary Research in Math, Science, and Technology Education (1987). - Washington, DC: National Academy Press.
5. Kreft I. & De Leeuw J. (1998). Introducing Multilevel Modeling. - London: Sage.
6. McComas W. & Wang, H. (1998). Blended science: The rewards and challenges of integrating the science disciplines for instruction // School Science and Mathematics, 98(6), 340-348 p.
7. Stevenson C. & Carr J. (1993). Integrated Studies. - New York: Teachers College Press.
8. Stone J., Alfred C. & Pearson D. (2001). Rigor and relevance: Enhancing high school students' math skills through career and technical education // American Educational Research Journal, 45(3), 767-795 p.
9. Technology, Science, Mathematics Connection Activities (1996). - Columbus, OH: Glencoe.
10. Zuga K. (1999). Technology education as an integrator of science and mathematics. CTTE Yearbook. E.Martin (Ed.). - Bloomington, IL: McKnight.