

Межпредметная интеграция в подготовке будущих учителей математики: актуальность, проблемы и перспективы

В.Г. ЕРМАКОВ

В статье показано, что для актуальной подготовки будущих учителей математики к активному поддержанию устойчивости образовательного процесса необходимо существенно повысить уровень межпредметного взаимодействия между курсами педагогики, психологии, методики преподавания математики и специальными дисциплинами. На примере учебной программы по педагогике для студентов специальности «Математика» продемонстрированы возможности решения этой методологической проблемы.

Ключевые слова: подготовка учителей математики, методологические проблемы, межпредметная интеграция, педагогика, история математического образования.

The article shows that for the actual preparation of future teachers of mathematics to actively maintain the stability of the educational process, it is necessary to significantly increase the level of interdisciplinary interaction between the courses of pedagogy, psychology, methods of teaching mathematics and special disciplines. The example of the curriculum in pedagogy for students majoring in Mathematics demonstrates the possibilities of solving this methodological problem.

Keywords: training of mathematics teachers, methodological problems, interdisciplinary integration, pedagogy, history of mathematical education.

Стремительные изменения в современном мире порождают кризис системы образования уже потому, что образование не поспевает за этими изменениями. В частности, они делают сложившуюся систему подготовки учителей математики недостаточно эффективной. Так, в резолюции одной международной конференции исследователей в области методики преподавания математики с нескрываемым пессимизмом сказано: «В общей массе учителя остаются инертными, растерявшись перед размахом проблем, с которыми встречаются в повседневной практике» [1, с. 71]. Здесь отмечены и нарастание кризисных моментов в процессе обучения, и неготовность учителей к их разрешению. В статье [2] обоснован тезис о том, что для адекватного ответа на то или иное обострение учебной ситуации педагогу необходимо выходить за рамки любого традиционного курса педагогики, а также использовать и творчески развивать сведения из других дисциплин. Однако системному и творческому объединению различных сведений мешает усиливающаяся тенденция к обособлению научных областей. В статье [3] показано, что границы между педагогикой, психологией и философией образования сильно размыты, и для повышения научного статуса этих областей знания специалисты в каждой из них прикладывают значительные усилия к тому, чтобы подчеркнуть отличия между ними.

Актуальную проблему построения антикризисной педагогики на основе ее межпредметной интеграции со смежными дисциплинами и пути ее решения исследуем в этой статье на примере типовой программы по курсу «Педагогика» для специальности «Математика (научно-педагогическая деятельность)». Прежде всего отметим, что состояние современной теоретической педагогики анализировать крайне трудно из-за ее продолжающегося дробления на отдельные педагогики. В.В. Краевский в статье «Сколько у нас педагогик?» написал: «Каждый Божий день миру является какая-нибудь педагогика. Возможно, их уже миллион. Нет, наверное, меньше. И возникают не ежедневно. Но все равно – много и часто». Для того, чтобы преодолеть это препятствие, воспользуемся генетическим методом исследования. Прежде всего оттолкнемся от работ Н.Н. Моисеева, в которых на промежутке в сотни тысяч лет проанализирована роль точек бифуркации в судьбе человеческой цивилизации. Одна из таких кризисных точек состояла в том, что «сложность палеолитических технологий (искусственных орудий – В.Е.) в рамках внутристадной организации, достигла предела совместимости с законами ее развития» [4, с. 22]. С некоторого момента времени благополучие стада стало определяться не столько индивидуальными качествами отдельных представителей стада, а преимущественно

теми навыками и знаниями, которые возникали у наших предков. «Их дальнейшее накопление и использование, т. е. создание первобытной цивилизации и передача этих знаний и навыков следующим поколениям, требовали качественного расширения коллективной памяти, т. е. создания системы “Учитель”, отличной от обучения по принципу “делай, как я”, существующего у всех стадных животных» (там же). Таким образом, зародыш педагогической системы не только возник одновременно с созданием первобытной цивилизации, но и обусловил ее создание. Как заметил Н.Н. Моисеев, всякий раз, когда человечеству удавалось преодолеть кризисы, рождалась «новая планета». В данном случае основой стала протопедагогика.

Очевидно, никакой учебный курс не может вместить в себя даже малую часть столь глубокой истории возникновения и развития педагогики, продолжающейся сотни тысяч лет. Стандартным выходом из этой ситуации стало изложение в учебниках конечных результатов без путей к ним ведущим. Негативных последствий от такого варианта сокращения учебного курса много. Во-первых, по отношению к упрощенному подходу к обучению, допускающему понижение уровня «распредмечивания» основных положений теории, справедливы слова Гегеля из его «Феноменологии духа»: «Голый результат есть труп, оставивший позади себя тенденцию». Во-вторых, даже по-настоящему ценные, но формально изученные сведения нельзя трансформировать так, чтобы их можно было использовать в разнообразных конкретных условиях на практике, не говоря уже об их дальнейшем развитии, необходимом для адаптации учебного процесса к новым вызовам быстро меняющегося мира.

Иной путь для разрешения противоречия между гигантским объемом сведений и острым дефицитом учебного времени, указанный Н.Н. Моисеевым, заключается в том, чтобы сосредоточить внимание прежде всего на переломных, кризисных, катастрофических моментах человеческой истории, которые напрямую затрагивают и развитие педагогики. Анализ таких моментов позволил Н.Н. Моисееву прояснить суть многих последующих перестроек и их значение для настоящего и будущего. В качестве примера можно упомянуть резкий поворот русла эволюции наших предков, который произошел после изобретения каменного топора. Наш предок стал использовать его не только во время охоты, но и в борьбе с соперниками за продолжение рода. Победители «турниров на каменных топорах» в первую очередь выводили из состава племени тех, кто создавал «новую технику», в результате развитие цивилизации остановилось надолго и даже повернулось вспять – до тех пор, пока не возникла система запретов, исключавшая саму возможность убийства себе подобных. Это знаменитая заповедь «не убий!», вошедшая затем во все религии мира. Состоялся фундаментальный переход в иное качественное состояние цивилизации, так как «эти табу уже не инстинкты, они не кодируются генетическим механизмом, а являются результатом “общественного согласия”» [4, с. 25]. Обретение начал нравственности позволило избежать полномасштабной катастрофы, при этом у системы «Учитель» появилась намного более трудная задача трансляции сложного общественно значимого договора.

Как видим, развитие педагогической науки сильно сдерживается серьезной методологической проблемой, которую физики называют проклятием размерности, а педагоги могли бы назвать проклятием беспредельной многоаспектности и многофакторности образовательных процессов. Мало того, что эти процессы зависят от неисчислимо большого количества факторов, так даже один из них может породить каскад существенных трансформаций. В частности, серьезное усложнение задач воспитания демонстрирует пример крито-микенской цивилизации, в которой последовательное развитие общественных договоров М.К. Петров связал всего лишь с географическими условиями, а именно с тем, что в Эгейском море более 2 500 островов. Защита малых территорий с относительно большим побережьем становилась заботой всех жителей островов. Само наличие пиратского корабля ввело власть на местах, вынудило идти на совмещение профессий. Равенство перед опасностью сформировало новое основание интеграции, в которой иерархия традиционных статусов и кастовые различия становились несущественными. «Народное собрание, закон-номос, исполнение должностей по жребию фиксируют это равенство по единому основанию». Усложнились и задачи пиратов. «Ситуация набега, акты взаимодействия корабля и побережья уникальны, текучи, насыщены неожиданными для сторон ходами и контрходами, запрещающими повторяться в методах и способах достижения цели. Штамп, повтор здесь опасны» [5, с. 107]. По сути дела, пиратский корабль стал первой творческой лабораторией человека и породил на этих территориях творческий хаос. В результате географический фактор во многом способствовал появлению уни-

кальной цивилизации, которая переросла в полисное государство, а затем в историко-культурный феномен – Древнюю Грецию, отличающуюся высоким уровнем творческого развития своих граждан. В «Анти-Дюринге» Ф. Энгельс написал: «В многообразных формах греческой философии уже имеются в зародыше, в процессе возникновения, почти все позднейшие типы мировоззрений. Поэтому и теоретическое естествознание, если оно хочет проследить историю возникновения и развития своих теперешних общих положений, вынуждено возвращаться к грекам» [6, с. 340]. Соответственно суть нынешних проблем и резервов развития педагогики и образования тоже можно прояснить, обратившись к событиям Древней Греции.

Принципиально важно, что ее история тесно связана с развитием математики и математического образования. Косвенно этот тезис подтверждают слова О. Шпенглера о том, что «каждая философия росла до сих пор в связи с соответствующей математикой» [7, с. 205]. История математики во многом авторизована, что позволяет рассмотреть детали событий, а проблемы ее преподавания меняются мало, поэтому математику можно считать не только эффективным зондом в глубину истории, но и связующей нитью между прошлым, настоящим и будущим. Существенную помощь при использовании этого обстоятельства оказывают труды известного математика и одного из крупнейших специалистов по истории математики Древнего мира Ван дер Вардена. Благодаря расшифровке и анализу клинописных текстов он установил особую роль Фалеса, который в районе 600 г. до н. э. взялся анализировать достижения вавилонских математиков, полученных за 1200 лет до него и давно ставших мертвым знанием. Для решения этой задачи он должен был опираться на связи между фактами, в результате этих усилий Фалес дал логическое построение геометрии и ввел в нее доказательство. По словам Ван дер Вардена, «характерная и совершенно новая черта греческой математики заключается именно в постепенном переходе при помощи доказательств от одного предложения к другому. Очевидно, греческая математика имела с самого начала такой характер и этот характер был придан ей Фалесом» [8, с. 124]. В статье [9] показано, насколько большие психолого-педагогические резервы для образования открыла эта качественная перестройка математики. Уникальность этих перемен подчеркивает и тот факт, отмеченный А.Е. Левиным, что «наука возникла единожды, и впоследствии этот “акт творения” уже ни разу не повторился. Важность этого факта и необходимость его всестороннего осмысления нисколько не уменьшаются от того, что произошел он двадцать пять веков назад» [10, с. 101]. В многогранном развитии культуры Древней Греции значительное место занимали и педагогические вопросы. Достаточно упомянуть построенную в 300 г. до н. э. геометрию Евклида, которая использовалась в качестве учебника практически до нашего времени.

Заметим, этот учебник вовсе не рудимент истории, а одно из проявлений той новой структуры информационного пространства культуры, которая порождена Фалесом и является основополагающей для математического образования во все времена – в прошлом, настоящем и будущем. Сравним этот учебник с современным нам динамическим программированием. Это метод решения сложных задач путем их разбиения на более простые, часто перекрывающиеся, подзадачи. Его ключевая идея заключается в том, чтобы вычислять решение каждой подзадачи только один раз и сохранять эти результаты, чтобы избежать повторных вычислений при их появлении в других частях основной задачи. Тестирование итогового решения сводится к максимально тщательной проверке решений подзадач, после которой становится достаточным более мягкий анализ связей между ними. В любом учебнике по геометрии мы видим аналогичную структуру. Теория представлена набором отдельных утверждений (теорем), доказанных с прицелом на максимальную строгость, причем они доказаны только один раз, а дальше используются в виде готовых формулировок или просто подразумеваются. Как и в случае динамического программирования это сильно сокращает объем текста, поэтому можно говорить об открытии своеобразного оператора сжатия информации, актуальность которого постоянно растет ввиду удлинения цепей взаимосвязанных фактов. Но в педагогическом отношении у этого важнейшего достижения человеческой культуры есть и обратная сторона. Для тех, кто хорошо усвоил начальную часть теории, восполнение умышленно оставляемых пропусков в обоснованиях является доступным и полезным упражнением для ума, но для остальных они становятся труднопреодолимыми препятствиями, останавливающими мысль. При этом на длинных цепях логически связанного материала отдельные сбои в осмыслении материала накапливаются, суммируются и могут привести к серьезным провалам в изучении математики в целом. Именно такой эффект проявился в Древней

Греции на макроуровне. Г. Фройденталь писал: «До тех пор, пока наряду с официальной евклидово-архимедовой математикой преподавались также эвристические методы алгебры и бесконечно малых, молодые люди могли осваиваться со смиренной рубашкой официальной науки. Но как только эти традиции были сломлены, все погибло» [11, с. 13]. Суть дела здесь состоит в том, что если в уже устоявшейся, завершенной части математики то или иное утверждение доказано только один раз, а потом много раз используется в готовом виде, то доля косного материала, то есть «мертвого знания» быстро растет. «И тогда, – по словам Э.В. Ильенкова, – мертвый хватает живого, и не дает ему идти вперед по пути науки, по пути истины» [12, с. 170]. В этом узком для образования месте учащимся принципиально важна помощь со стороны педагога. Во времена Древней Греции она оказалась недостаточной, но какое-то время эвристические методы алгебры и бесконечно малых, относящиеся к незавершенной части математики, выполняли эту педагогическую функцию в автоматическом режиме.

Математика в Древней Греции показательна не только условиями стремительного подъема, который, по словам И.Г. Башмаковой, граничил с чудом, но также очень существенной точечной причиной глубокого падения. Дело в том, что из-за открытия несоизмеримости диагонали квадрата с его стороной греческие математики не могли использовать числа для описания геометрических соотношений, поскольку рациональных чисел для этого не хватало, а других чисел они не знали. Пришлось прибегнуть к пропорциям, но, как отметил Ван дер Варден, «чтобы получать результаты этим в высшей степени сложным методом, нужно было еще обладать математическим гением» [8, с. 360]. Выход из этого затруднения древние математики и педагоги нашли в устной передаче сведений. Они освобождали учащихся от долгого разбора неудобоваримых текстов тем, что буквально пальцем указывали им на те или иные элементы чертежа и разъясняли соотношения между ними. И когда в силу ряда причин уменьшилось число математиков-гениев, способных расшифровывать такие тексты и транслировать их смыслы начинающим изучение теории, учащиеся перед непреодолимым для них препятствием оставались без необходимой им педагогической помощи, теряли интерес к математике, в результате число носителей этого знания резко уменьшилось и, как следствие, произошел закат европейской математики, продлившийся более тысячи лет.

После введения в математику иррациональных чисел проблема несоизмеримости диагонали и стороны квадрата теперь уже никому не создает препятствий при изучении геометрии, но вместо одной этой локальной проблемы теперь появляется огромное количество других таких же точек ветвления образовательного процесса. В частности, ими становятся начала аксиоматических теорий в математике. Тяжелые последствия описанного выше эпизода, порожденного несоизмеримостью элементов квадрата, вынуждают относиться к таким началам с особым вниманием. В качестве примера рассмотрим общую топологию (или теоретико-множественную топологию), которая играет центральную роль в изучении непрерывных отображений. Непрерывность в ней определяется через открытые множества, вводимые без обоснований и мотивировок. Такое начало теории, далеко отстоящее от наличного опыта студентов, резко ослабляет поисковую активность тех, кто приступает к изучению этой теории, и, как легко убедиться, порождает в обучении острую (непарадигмальную) проблему.

Во-первых, в соответствии с традицией использования аксиоматического метода обучения на пропедевтику исходных понятий топологии учебные планы времени не отводят, поэтому для ее проведения нужно сильно нарушать плановое прохождение учебного материала. Во-вторых, из-за нехватки времени программа пропедевтики не может быть полной, поэтому у методики преподавания математики появляется нетривиальная задача – вместо отыскания универсальной и общей для всех программы, выстраивать ее минимально необходимый вариант для каждой конкретной группы студентов. В-третьих, это трудная задача и для психологии, поскольку в процессе данной интенсивной работы, вынуждаемой объективными обстоятельствами, обучение непременно должно стать развивающим и корректирующим. В частности, необходимо добиться восстановления поисковой активности студентов и мотивации к преодолению данного препятствия, изменить характер их учебной деятельности с формального усвоения материала на его глубокое осмысление в духе усилий Фалеса, обеспечить решение многих сопутствующих проблем. В-четвертых, в окрестности этой особой точки информационного пространства нетривиальной становится и сугубо педагогическая задача: как подобрать такие формы и методы обучения, чтобы они позволили одновременно разрешить весь этот комплекс проблем. Как видим, в

этом месте наложились друг на друга все болевые точки современного образования – и огромный объем материала, свернутый в понятиях высокого уровня абстрактности, и неготовность учащихся к преодолению столь сложного препятствия, и отсутствие времени для требуемого антикризисного реагирования. Но при этом явно выраженные проблемы позволяют лучше понять, что именно должно измениться в педагогике в настоящем и ближайшем будущем.

Прежде всего ответом на кризисные явления в сфере образования должно стать усиление личностно развивающей функции процесса обучения, а это, как показывает рассмотренный пример, возможно только в рамках более сложных, нелинейных моделей управления образовательными процессами. В этом пункте связь педагогики с психологией должна стать особенно тесной. В статье [13] представлен пример построения содержательной части программы пропедевтики начальных понятий топологии, предполагающей ее гибкую реализацию на основе обратных связей, а значит, при тесном взаимодействии между педагогом и учащимися. Для реализации такого взаимодействия требуется переключение ведущей функции текущего контроля с регистрирующей на формирующую и развивающую. Авторский способ такого переключения указан в работе [14]. При налаживании тесной интеграции педагогики, психологии и методики преподавания трудных дисциплин для разрешения кризисных ситуаций появляется возможность решить проблему школьной и вузовской неуспешности, а в общем плане решить и более общую задачу поддержания устойчивости и эффективности образовательных процессов, несмотря на усиление факторов, деструктивно влияющих на состояние системы образования. Различные аспекты педагогической теории устойчивости изложены в монографии автора [15].

В качестве заключения к данной статье отметим, что в условиях современного мира обособленное, формальное и нейтральное по отношению к насущным проблемам образования изложение основ педагогики будущим учителям математики не может стать для них опорой в чрезвычайно актуальном последующем развитии их профессионального творчества. Повторяя обозначенную выше методологию исследования Н.Н. Моисеева, курс педагогики будущим учителям математики нужно излагать проблемным методом и во взаимосвязи с проблемами развития математики и математического образования. Тогда прояснятся истоки и смыслы основополагающих положений педагогики и перспективы ее развития, проявится необходимость и мера взаимодействия с другими дисциплинами, будет создана основа для высшего уровня творчества учителя математики – творчества не интуитивно-случайного, а сознательно-необходимого – «свободной деятельности со знанием дела» (Ф. Энгельс) [16, с. 84]. В содержательном отношении в курсе педагогики для специальности «Математика» должны быть отражены специфические проблемы самого математического образования, должны быть представлены ключевые проблемы развивающего обучения и возможные пути их разрешения, а также элементы теории контроля, в первую очередь те из них, которые нужны для осуществления пропедевтики понятий высокого уровня абстрактности.

Литература

1. Математика и общество // Математика в школе. – 1999. – № 1. – С. 71–72.
2. Ермаков, В. Г. Методология межпредметного взаимодействия при подготовке учителя-предметника в условиях кризиса системы образования / В. Г. Ермаков // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2013. – № 3 (78). – С. 60–66.
3. Ермаков, В. Г. Развивающееся образование и философия / В. Г. Ермаков // Вестник экономической интеграции. – 2010. – № 4. – С. 174–184.
4. Моисеев, Н. Н. Судьба цивилизации. Путь Разума / Н. Н. Моисеев. – М. : Изд. МНЭПУ, 1998. – 205 с.
5. Петров, М. К. Пентеконтера. В первом классе европейской школы мысли / М. К. Петров // Вопросы истории естествознания и техники. – 1987. – № 3. – С. 100–109.
6. Энгельс, Ф. Анти-Дюринг. Переворот в науке, произведенный господином Евгением Дюрингом / Ф. Энгельс. – М. : Политиздат, 1988. – I–XII, 482 с.
7. Шпенглер, О. Закат Европы. Очерки морфологии мировой истории / О. Шпенглер. – М. : Мысль, 1998. – Т. 1 : Гештальт и действительность. – 663 с.
8. Ван дер Варден, Б. Л. Пробуждающаяся наука : Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции / Б. Л. Ван дер Варден. – М. : Физматгиз, 1959. – 460 с.

9. Ермаков, В. Г. История математики и современное математическое образование / В. Г. Ермаков // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2014. – № 2 (83). – С. 67–72.
10. Левин, А. Е. Миф. Технология. Наука / А. Е. Левин // Природа. – 1977. – № 3. – С. 88–101.
11. Фройденталь, Г. Математика как педагогическая задача / Г. Фройденталь. – М. : Просвещение, 1982. – Ч. 1 : Пособие для учителей. – 208 с.
12. Ильенков, Э. В. Об идолах и идеалах / Э. В. Ильенков. – М. : Политиздат, 1968. – 319 с.
13. Ермаков В. Г. Функции и структура задач при локальном обращении аксиоматических теорий / В. Г. Ермаков // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2012. – № 2 (72). – С. 45–52.
14. Ермаков, В. Г. Авторская операционализация метода зачетов и его применение к решению проблемы школьной неуспешности / В. Г. Ермаков // Красноярское образование : вектор развития. – 2022. – № 5. – С. 112–120.
15. Ермаков, В. Г. Педагогическая теория устойчивости : методологические очерки : монография : в 2-х т. / В. Г. Ермаков ; под ред. д.ф.н. Н. В. Гусевой. – Усть-Каменогорск, 2023. – Т. 2. – 551 с.
16. Нечаев, Н. Н. Профессионализм как основа профессиональной мобильности : материалы к пятому заседанию методологического семинара 8 февраля 2005 г. / Н. Н. Нечаев. – М. : Исслед. центр проблем кач-ва подгот. спец., 2005. – 92 с.

Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины

Поступила в редакцию 17.02.2025