

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В СИСТЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ермаков В.Г., д.п.н., к.ф.-м.н., доцент,
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь
vgermakov@gmail.com

Аннотация. В статье указаны социально-культурные и организационные причины, в силу которых отрицательные последствия от произвольных педагогических инноваций во многих случаях стали превышать их позитивные результаты. Очерчена методология построения инноваций антикризисной направленности, учитывающих основные противоречия и тенденции развития системы образования.

Ключевые слова: педагогические инновации, устойчивость, методология, математическое образование, синергетика.

EFFICIENCY OF PEDAGOGICAL INNOVATIONS IN MATHEMATICAL EDUCATION: METHODOLOGICAL CONDITIONS

V.G. Ermakov, doctor of pedagogical sciences, candidate of
physical and mathematical sciences, the associate professor
The Gomel state university of F.Skorina, Gomel

Abstract. Not infrequently pedagogical innovations trigger negative consequences exceeding their positive impact. The article specifies socio-cultural and organizational conditions leading to that and outlines the methodology of crisis resolution innovations taking into account main contradictions and tendencies in contemporary education.

Keywords: pedagogical innovations, stability, methodology, mathematical education, synergetics.

В работе представлены обоснования следующей системы положений.

1. В современных условиях простор для безопасного педагогического творчества и инноваций сужается, игнорирование этого обстоятельства привело к тому, что негативные последствия от произвольных инноваций во многих случаях стали превышать их позитивные результаты.

2. Из-за неточностей в выборе методологического фундамента теория инновационного образования сильно отстаёт от запросов практики.

3. Серьёзной причиной рассогласования теории и практики по данному вопросу является утрата былой устойчивости образовательных процессов, которая в значительной мере порождается стремительными социально-культурными изменениями. Явное возрастание роли внешних факторов обнажило беспредельную многоаспектность этих процессов, она и служит главным источником методологических проблем современной педагогики.

4. Для решения названных проблем и прямого учёта их основного источника уместно использовать основополагающую идею асимптотологии. Заключается она в том, что ситуация кризиса порождает не только опасности, но и глубокие отличия в силе влияния различных факторов; опора на эти отличия позволяет построить простую (конечномерную) локальную модель образовательного процесса, точность которой как раз и обеспечивается её локальным характером и отказом от универсальности. Хорошая ориентировка, основанная на такого рода моделях, помогает педагогу сделать свои корректирующие вмешательства в ситуацию адресными и эффективными – как

в плане восстановления устойчивости образовательного процесса, так и в решении задач обучения, воспитания и развития учащихся.

5. Решающее значение в этой конструкции имеет система переключений с одной локальной конечномерной модели на другую конечномерную модель. Дозированное усложнение управления на основе переключений открывает возможность разработки инноваций, рассчитанных на многошаговую реализацию и синергетические эффекты.

6. В целом инновации педагогов должны быть нацелены на новую парадигму образования, в которой допускается более высокая гибкость (нелинейность) управления образовательными процессами, тщательно учитываются особые точки в строении учебного материала и кризисные моменты в личностном развитии учащегося, а также значительно усилена развивающая функция текущего контроля, составляющая основу поддержания динамического типа устойчивости образовательных процессов.

Рассмотрение первого положения было начато в статье [1] на примере введения единого государственного экзамена для оценки уровня подготовки выпускников средней школы и внедрения в высшей школе двухступенчатой системы обучения в рамках Болонского процесса. Основания для этих новаций хорошо известны и весомы. В одном случае подразумевалась ликвидация несоответствия школьных отметок знаниям учащихся, в другом – обеспечение более высокой социальной мобильности молодёжи. Но и отрицательные последствия оказались весьма серьёзными. Несовершенство тестовых методик и упрощённые, прямолинейные стратегии подготовки к ЕГЭ привели к безудержному распространению формального подхода к обучению, негативные последствия которого общеизвестны, особенно для математического образования. В статье Г.Г. Малинецкого и А.В. Подлазова «ЕГЭ как катализатор кризиса российского образования», опубликованной на сайте С.П. Курдюмова, указаны и другие многочисленные недостатки ЕГЭ, причём намеченные авторами пути преодоления даже тех из них, которые не требуют отказа от единого экзамена, широкого резонанса пока не вызвали. Организационная пассивность в этом вопросе не естественна, так как, по словам авторов, «у проблемы ЕГЭ есть ещё один уровень – это уровень национальных интересов и национальной безопасности». По-видимому, традиция решать проблемы образования простейшими, узко направленными средствами оказалась сильнее угроз.

Недостатки, проявившиеся в рамках Болонского процесса, тоже значительны, в частности, было зафиксировано снижение уровня фундаментальности образования. По словам В. Миронова, с этой проблемой уже столкнулись в Германии: «Неожиданно оказалось, что бакалавры, необходимость подготовки которых декларировалась наличием рыночной потребности, оказались никому не нужны на рынке труда и поэтому вынуждены продолжать обучение» (цит. по [1, с. 364]). Далее В. Миронов отмечает, что для ряда специальностей основным источником опасностей стал отказ от специализации на уровне бакалавриата. В практике математического образования обнаружили и другие разрушительные механизмы.

В статье [1] было показано, что при равномерном сокращении учебного времени в курсе «Высшая математика», реализованном во многих технических вузах, для неформального введения базовых понятий не осталось никакой возможности, а тогда и должного усвоения всего курса быть не может. В этой же статье представлена альтернатива: для разрешения острой ситуации, возникшей в одной группе студентов при изучении ими математического анализа, была использована специальная система контроля, стимулирующая студентов на обстоятельное изучение ряда начальных понятий и теорем и нацеленная на коренную перестройку их учебной деятельности. Позитивные эффекты от этих корректирующих мероприятий многократно оправдали затраты времени и усилий, чем компенсировали допущенные отклонения от запланированного хода учебного процесса. Итоговый экзамен по данному курсу две трети студентов данной группы сдали на отлично, треть студентов окончили университет с отличием. Такого рода примеры показывают, что усложнение моделей управления требуется не только для разрешения различных кризисных явлений, а и для использования нового класса резервов. Так, в статье [2] описан алгоритм формирования и развития самостоятельности студентов на основе детального учёта строения учебного материала, тщательной

дозировки заданий и требований к качеству их усвоения. Высокий уровень самостоятельности, в свою очередь, является залогом эффективности учебного процесса на долгую перспективу.

Второе положение обосновано в статье [3]. В качестве главной причины затруднений, с которыми сталкиваются разработчики теории инновационного образования, в статье названы широко распространенные представления о кумулятивном приращении педагогического знания. Такой взгляд удобен, так как позволяет, исходя из очевидного формального критерия, считать новациями только то, чего раньше не было, но на практике он уводит далеко в сторону от сути происходящего. Например, как отмечено в [3], безотметочное оценивание знаний учащихся давно не является новацией, но причины и условия его введения каждый раз были новыми. Если ориентироваться не на чистоту выстраиваемой теории, а на потребности практики, то к числу инновационных следует причислять и адресное, осмысленное использование старых методов, открывающее в них новые грани и функции и повышающее их действенность.

Поль Рикёр писал: «Скрытое время символов может нести в себе двойную историчность – историчность традиции, которая передает интерпретацию и заставляет её выпадать в осадок, и историчность интерпретации, которая поддерживает и обновляет традицию» [4, с. 96]. Для современного образования «обновление традиции», предотвращающее её «выпадение в осадок», особенно необходимо, поскольку даже те педагогические средства, которые были хорошо испытаны ранее, теперь применяются в совершенно изменившихся условиях и потому нуждаются в серьёзном уточнении и новой интерпретации. На это обновление и должна быть нацелена существенная часть инновационной активности педагога. Но методологические проблемы построения педагогических инноваций на этом не заканчиваются.

Проанализированный в статье [5] ударный, взрывной характер перемен, происходящих в мире и отчетливо проявившихся в демографическом переходе, в экономическом, экологическом и иных кризисах, лишает образовательные процессы и в целом систему образования былой стабильности и создаёт массу противоречий. С одной стороны, для восстановления устойчивости этих процессов требуются всё более значительные корректирующие усилия, проектирование которых является качественно новой задачей, с другой стороны, ни для обстоятельной проверки нововведений, ни для подстройки всей системы к реформирующим импульсам времени не остаётся. При этом традиционный метод «проб и ошибок» в данном случае не применим, так как цена ошибки тоже растёт. Сказанное позволяет отнести рассматриваемые проблемы к числу непарадигмальных. Признание этого факта и отражено в положении 3. В системе математического образования наряду с внешними факторами усиливаются и внутренние источники нестабильности, например, длина объяснительных цепочек тех или иных утверждений увеличивается и служит основанием для суммирования отдельных случайных сбоев образовательного процесса, а отсечение начальных участков этих цепей путём введения понятий высокого уровня абстракции создаёт сингулярности, недоступные для начинающих. Отсутствие точек опоры для упрощения этой исследовательской ситуации вынуждает учитывать многоаспектность образовательных процессов в полной мере, что, как следует из выводов работы [6], само по себе составляет большую проблему.

В статье [7] на примере анализа различных подходов к системе управления педагогическим процессом показано, что острую методологическую проблему согласования многоаспектности образовательных процессов с простотой традиционных теоретических моделей, используемых для описания этих процессов, можно решить, разрабатывая педагогический аналог теории «краевых задач», позволяющей осуществлять корректную локализацию узловых проблемных «точек» современной педагогической практики. В основе этого подхода лежит идея о том, что в каждом конкретном классе или студенческой группе, на каждом конкретном отрезке времени деструктивно влияет на учебный процесс только малая часть различных факторов, поэтому проекция всей системы взаимодействий и связей на конкретные обстоятельства действительно может упростить описание. В общем виде эта идея разрабатывается в асимптотологии.

Узким местом данного подхода является тот факт, что полноценно учесть конкретные обстоятельства может только учитель, ему же предстоит найти и способ разрешения возникшей

кризисной ситуации, причём в отсутствие прямой помощи со стороны теории, так как до такой детализации её довести невозможно. Но методология наиболее актуальных корректирующих мероприятий в целом достаточно ясна: педагогу как посреднику между личностью и культурой приходится метаться между ними и, образно говоря, сшивать широкими стежками расходящиеся края пропасти. Нелинейные модели управления становятся принципиально необходимыми, их использование открывает возможность акцентировать внимание на личностной и содержательной составляющих образовательного процесса поочередно, постепенно усиливая каждую из них. Конкретный пример такой системы действий дан в статье [2].

Один из способов вовлечения педагога в эту коррекционную работу представлен в статье [8]. «Спусковым крючком» для запуска каскада позитивных изменений на дошкольной ступени образования послужили дидактические разработки из авторской программы математического воспитания дошкольников. Они привели к явным подвижкам в развитии и достижениях детей и этим дали воспитателям этого дошкольного учреждения основание для пересмотра своих профессиональных представлений и простимулировали их к разработке инноваций, нацеленных на укрепление поисковой активности детей как главному источнику их роста по всем направлениям. Изложенные в статье [8] результаты обследований, проводившихся на протяжении двух лет, показали, что по всем измеряемым показателям дети из экспериментальной группы значительно обошли сверстников из контрольной группы. Профессиональные знания и умения педагогов из экспериментальной группы тоже росли быстрее, чем у других воспитателей этого дошкольного учреждения. При этом авторские занятия проводились всего один раз в месяц и, по сути, выполняли роль катализатора активности участников учебно-воспитательного процесса. Впоследствии воспитатели, участвовавшие в эксперименте, стали работать по авторской программе самостоятельно и вполне успешно, привнося в неё новые и новые элементы. Таким образом, для оказания методологической помощи педагогам зачастую бывает достаточно, во-первых, обосновать наличие большого пласта неиспользованных резервов как повода для оптимизма в отношении перспектив развития системы образования, во-вторых, предоставить методы и образцы применения этих резервов.

Ярким примером вынужденного использования скрытых резервов является педагогическое сопровождение студентов при усвоении ими начал аксиоматической теории. В статье [9] показано, насколько большие трудности возникают у математиков и, тем более, у студентов при попытках осмыслить эти понятия. Поэтому ратующий за эффективность обучения педагог не может в этом месте не прийти на помощь студенту, а он не может от неё отказаться, что создаёт наилучшие условия для педагогики сотрудничества. Программа пропедевтики исходных понятий общей топологии, изложенная в работе [10], наглядно демонстрирует, что количество вопросов, которые необходимо рассмотреть для достижения поставленной цели, очень велико и требует большого объёма времени, притом, что оно учебными планами, как правило, не предусмотрено. В силу этого отягощающего обстоятельства у коррекционно-пропедевтической программы появляется ещё одна сверхзадача: обеспечить такое усиление личностной составляющей образовательного процесса, которое позволит существенно ускорить дальнейшее обучение и восполнить затраченное время. В общем виде психолого-педагогические аспекты реализации корректирующей программы, нацеленной на стимулирование и использование высокой мобилизации усилий со стороны студентов и со стороны педагога, указаны в статье [9]. Здесь более детально опишем некоторые нюансы в построении системы контроля, которые способствуют укреплению её формирующей, развивающей функции.

В кризисных учебных ситуациях на первый план чаще всего выходит низкая мотивация учащихся к учёбе – как интегральное следствие их прежних неудач. Среди множества педагогических инструментов, помогающих решить эту проблему, выделяются рейтинговые системы контроля, в которых результаты оценивания текущей учебной деятельности учащихся суммируются с весовыми коэффициентами в итоговую отметку, то есть в этом случае мотивационное влияние итогового экзамена, имеющего социальные последствия, напрямую распределяется на

предшествующий ему период обучения. Аналогичный эффект можно получить и без такой громоздкой надстройки над учебным процессом. Например, по отношению к какой-либо небольшой части материала можно выставить условие: его сдача в учебной четверти (или семестре) на максимальном уровне качества является необходимым условием допуска к экзамену. Здесь тоже присутствует внешнее подкрепление мотивации, но оно является локальным и требуется только для запуска корректирующих мероприятий, которые дальше должны развиваться на собственной базе.

Требование максимально высокого качества усвоения выделенного материала принципиально важно. Подразумевается, что для его выполнения учащийся (или студент) должен будет вникнуть в систему обоснований, в связи между фактами, освежить в памяти или усвоить заново предыдущий материал и т.д. Чтобы подтолкнуть его к такой работе над материалом и тем самым предотвратить формальное заучивание учебных текстов, педагог может воспользоваться так называемым методом «дробления шага доказательства», в соответствии с которым на зачётном мероприятии следует задавать встречные вопросы именно о тех моментах обоснований, которые в учебниках или конспектах не были отражены. В отсутствие правильного ответа материал не засчитывается, но эти места должны быть разъяснены – в качестве реальной помощи учащемуся. При повторном приёме этого материала встречные вопросы могут касаться более мелких деталей, так что предыдущие подсказки педагога не помогут. И так до тех пор, пока новые вопросы учащегося в тупик уже не поставят. Подчеркнём имеющийся здесь сдвиг в приоритетах: суть дела заключается не в оценке имеющихся знаний, а в инициировании выхода учащегося на требуемый уровень качества этих знаний, что влечёт за собой и перестройку учебной деятельности. Оценочная шкала, применяемая на этом этапе, состоит из двух отметок – максимальной (зачтено) и нулевой (не зачтено); она призвана усилить контраст между тем, что учащийся уже усвоил, и тем, чего он ещё не усвоил. Упомянутая возможность пересдач тоже является важным элементом данной конструкции. Если ставить задачу коренной перестройки учебной деятельности, то с учётом огромного массива сопутствующих проблем нужно рассчитывать на её поэтапное, а не на одномоментное решение.

Что же это даёт учащемуся? Во-первых, у него появится собственный эталон качества и образец более эффективной организации своей учебной деятельности. Во-вторых, учащийся получит импульс к тому, чтобы строже контролировать свои рассуждения и обоснования. По теории П.Я. Гальперина деятельность контроля за основной (рабочей) деятельностью есть внимание, очевидно, оно является весьма желательным результатом обучения и необходимым элементом в формировании самодеятельности. В-третьих, после успешной сдачи заданий на таком уровне учащийся больше не сможет сослаться на недоступную сложность курса, ответственность за результаты обучения ему придётся взять на себя, меняя свою самооценку и уровень притязаний. Кроме того, очерченная схема контроля, осуществляемая преподавателем в диалоговом режиме, даёт учащемуся хорошую опору для ориентировки в бурных переходных процессах, в том числе, и во внутреннем плане.

На начальном этапе коррекции содержание заданий может быть любым, но по его окончании желательно использовать взаимосвязанные задания, увеличивая таким образом длину объяснительных цепочек, предназначенных для тщательного изучения. Уместно вспомнить, что систематическое введение в математику доказательств, произошедшее в Древней Греции, открыло возможность доказательно формулировать высказывания, относящиеся к бесконечному множеству объектов. В частности, без этого нельзя было бы установить и доказать величину суммы углов в треугольнике, открыть несоизмеримость величин и т.д. Кроме того, опора на логические связи между фактами позволяет сжимать огромные массивы информации и этим существенно облегчает передачу культурного достояния от поколения к поколению. Когда учащийся на своём опыте убедится в преимуществах взаимосвязанного изучения материала, дальнейшее агрессивное внешнее мотивирование его учебной деятельности может быть прекращено.

При проведении различных корректирующих мероприятий неожиданно проявилась весьма значительная зависимость конечного результата от топологической конфигурации границы между тем, что учащийся уже усвоил, и тем, чего он ещё не усвоил. Простейшее объяснение этому феномену, обнаруживаемому на практике, дать легко: хорошо различимый, резкий контраст между усвоенным и неусвоенным облегчает учащемуся рефлексивный взгляд на процесс своего учения, а значит, помогает его становлению в качестве субъекта учебной деятельности. Ещё один вариант объяснения вытекает из сделанного П.Я. Гальпериным заключения о том, что «возможности разумного (а тем более творческого) решения задач существенно зависят от качества прежде приобретённых знаний». Для тех, кто преподаёт математику школьникам или студентам, это заключение не представляется чем-то особенным, но на него всё-таки стоит обратить пристальное внимание, поскольку примеры из книги Гальперина «Методы обучения и умственное развитие ребёнка» (М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985) демонстрируют, что при соответствующей организации обучение может содержать стадию так называемого «сверхбыстрого развития процесса». В условиях острого дефицита времени получение такого рода эффектов в массовом порядке имеет безусловную ценность. Результаты экспериментов, проведённых П.Я. Гальпериным и его последователями, показывают, что названная стадия возникает именно при третьем типе обучения, то есть тогда, когда младших школьников обучают не столько письму букв, сколько самостоятельному построению опорных карт для письма новых букв. При всех сложностях формирования этого обобщённого умения оно позволяет учащемуся наращивать соответствующий опыт, что и ведёт к ускорению процесса.

Нелинейную положительную обратную связь в синергетике считают основой такого рода стадий. Например, в процессах горения она имеет место потому, что свободные радикалы, реагируя с другими молекулами, приводят к дальнейшему увеличению количества свободных радикалов и тем самым к самоускоряющемуся процессу. Накопление учащимися хорошо освоенного материала со всеми его связями создаёт точно такую же ситуацию по отношению к изучению нового материала.

Существует глубокая внутренняя связь и с другим необходимым условием порождения таких эффектов. Так, в работе А.И. Вольперта [11] показано, что выход на волну по форме и по скорости в нелинейных диффузионных процессах (в том числе и в процессах горения) в значительной мере определяется свойствами функции, задающей начальные условия. Речь идёт о начальном возмущении в виде перепада. Для образовательных процессов значение резкого контраста на границе между усвоенным и неусвоенным вполне очевидно: чем ближе к новой задаче, стоящей перед учащимся, оказывается массив хорошо усвоенного им предшествующего материала, тем больше у него шансов на успех в её быстром и самостоятельном решении. Перепад на границе области того, что учащийся уже усвоил, обеспечить несложно.

Нередко студенты на экзамене, оценивая свои знания, заявляли: «Любую теорему данного курса я могу доказать без подготовки». Это намного превосходит набор утверждений, выносимых на этап строгого формирующего контроля, поэтому можно говорить о явлениях самоорганизации в их учебной деятельности. Порождение таких синергетических эффектов – актуальная цель для педагогических инноваций.

Выводы. В условиях стремительно меняющегося мира невозможно предугадать будущие результаты массового творчества педагогов, непрерывающегося поиска теоретиков и реформ образования, инициируемых политическим руководством государств, но можно утверждать, что явно или неявно кризисные явления будут усиливаться – ввиду неизбежного обострения противоречия между личностью и культурой и вследствие приближения человечества к границам своей экологической ниши. Поэтому новации от любого из трёх названных источников активности окажутся ценными только в случае их антикризисной направленности, в частности, при их нацеленности на восстановление и поддержание устойчивости образовательного процесса. Поскольку в силу объективных причин учащийся остаётся самым слабым звеном образовательных взаимодействий, главные усилия педагогов должны быть сосредоточены на

разработке корректирующих мероприятий, способствующих становлению учащегося в качестве субъекта учебной деятельности. Для этого понадобится учитывать всё более тонкие аспекты учения Л.С. Выготского о зоне ближайшего развития индивида, поэтому заблаговременная операционализация таких мероприятий недостижима, их разработка и применение станет естественной частью инновационной деятельности педагога. Согласование личностной и содержательной составляющих образовательного процесса в новых условиях потребует усложнения моделей управления. Но это общее веление времени: газ и нефть теперь добывают в труднодоступных местах, приближается время, когда управляемая термоядерная реакция превратится, несмотря на множество пока ещё не разрешённых проблем, в основной источник энергии.

Литература

1. Ермаков В.Г. Вредные советы: Как новациями в системе образования заблокировать инновационное развитие страны // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. – Вып. 9. – Ч. 2. – М.: РАН. ИНИОН, 2014. – С. 363-368.
2. Ермаков В.Г. Формирование самостоятельности студентов средствами контроля / В.Г. Ермаков // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2018. – № 2 (107). – С. 18-23.
3. Ермаков В.Г. Инновационное образование как объект теории / В.Г. Ермаков, Н.Н. Нечаев // Вестник МГЛУ. Сер. «Педагогическая антропология». – Вып. 539. – Сб. «Психолого-педагогические аспекты развития образования». – М., 2008. – С. 96-113.
4. Рикёр П. Конфликт интерпретаций. Очерки о герменевтике / П. Рикёр. – М.: КАНОН-пресс-Ц; Кучково поле, 2002. – 624 с.
5. Ермаков В.Г. Методологические и социально-культурные аспекты обеспечения устойчивости образовательных процессов / В.Г. Ермаков // Педагогическая наука и образование. – 2017. – № 4 (21). – С. 3-11.
6. Ермаков В.Г. Развивающееся образование и проблема многоаспектности образовательных процессов / В.Г. Ермаков // Вестник экономической интеграции. – 2010. – № 6. – С. 164-173.
7. Ермаков В.Г. Социально-культурные и методологические аспекты развивающегося образования / В.Г. Ермаков, Н.Н. Нечаев // Вестник МГЛУ. Сер. «Педагогические науки». – Вып. 562. – Сб. «Психолого-педагогические проблемы развития образования». – М.: ИПК МГЛУ «Рема», 2009. – С. 46-65.
8. Ермаков В.Г. Педагогические инновации и развивающееся образование / В.Г. Ермаков // Адукацыя і выхаванне. – 2006. – № 1. – С. 54-61.
9. Ермаков В.Г. Психолого-педагогические аспекты применения аксиоматического метода в обучении математике / В.Г. Ермаков // Н.И. Лобачевский и математическое образование в России: Материалы Международного научного форума по математическому образованию, 18-22 октября 2017 г. / отв. ред. Л.Р. Шакирова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. – Т. 1. – С. 13-17.
10. Ермаков В.Г. Функции и структура задач при локальном обращении аксиоматических теорий / В.Г. Ермаков // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2012. – № 2 (72). – С.45-52.
11. Вольперт А.И. Волновые решения параболических уравнений / А.И. Вольперт // Препринт ОИХФ. – Черногловка, 1983. – 48 с.