

Н.В. Михайлова, кандидат философских наук, доцент

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В МЕТОДОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И «ФЕНОМЕН ПОНИМАНИЯ»

Хотя педагогическая наука тщательно изучает процесс математического познания, только в последнее время появились инновационные процессы и технологии понимания математики. В статье показывается, что в основе понимания формального доказательства лежат различные степени его детализации, поскольку как методологическое средство убеждения оно не удовлетворительно без предварительных пояснений.

Ключевые слова: педагогические инновационные процессы, методология математического образования, феномен понимания.

Философские предпочтения в проблемной области фундаментального образования обусловлены областью предметного исследования, в данном случае – становления математических наук. Например, фундаментальные понятия непрерывности и дифференцируемости, по существу, являются основными в математическом анализе. Более того, с середины XVII века и до настоящего времени именно математический анализ остается в курсе высшей математики основной областью изучения студентами естественно-научных университетов, поскольку эффективность математики в исследованиях практических задач в значительной степени связана с развитием и становлением разделов математического анализа как интеллектуального инструмента научного объяснения реальности. Тем не менее сохраняется философско-методологическая неясность и неопределенность указанных фундаментальных понятий. Это проявляется в ошибочных заключениях, связанных с непрерывностью и дифференцируемостью. Но передача проблемно ориентированного математического знания – это всего лишь одна сторона образовательного процесса, тогда как вторая, существенно более сложная, образовательная цель которой связана с подготовкой субъекта образования к самостоятельной исследовательской

деятельности, хотя бы на интеллектуальном уровне учебного математического знания.

Одна из причин кризиса в образовании кроется также в том, что не всегда преподается именно та математика, которая будет востребована в дальнейшем. Отметим также, что формирование математического мышления – важнейшая методологическая функция математического образования студентов технического университета, поскольку именно качество мышления способствует как становлению математического понимания, так и развитию математической интуиции в проблемных ситуациях. Когда кто-нибудь из студентов утверждает, что он не понимает этой математики, то часто преподаватель высшей математики недоумевает, что тут понимать, ведь это же очевидно. Но как раз в так называемой «очевидности» содержится суть обсуждаемой проблемы понимания математики. Очевидность как основа понимания есть методологически самое трудное в познании интеллектуальной культуры. Заметим также – то, что является очевидным для одних, оказывается труднодоступным или совершенно закрытым для других, то есть нечто такое, что можно в первом приближении условно назвать «структурами математической очевидности».

Чтобы понять, для чего сегодня нужны инновационные подходы и новые технологии математического образования, надо сначала определиться с терминологией. Инновационная деятельность в педагогике включает в себя научный поиск по созданию новшеств, их реализацию и рефлексивный анализ нововведения, а первостепенной задачей развития педагогических инновационных процессов в математическом образовании является качество обучения, понимание излагаемого математического материала и создание таких педагогических новшеств, которые эффективно используются в практике преподавания. «Отличительной чертой данного определения педагогической инноватики выступает то обстоятельство, что в нем указывается на единство процессов создания, освоения и применения педагогических нововведений. Это определение характеризует в целом предмет педагогической инноватики. И в этой связи можно говорить об инновационных процессах в системе образования как о процессах (создания, освоения и применения педагогических новшеств), которые и должна изучать педагогическая инноватика» [1, с. 9]. Например, проблемный подход позволяет использовать математическую ошибку не только как некую проблемную ситуацию, которой непременно надо избегать в преподавании математики, а наоборот, при анализе некорректного рассуждения как методологическое средство на пути к понимаемой математике, позволяю-

щее улучшить математическое мышление, направленное на развитие гибкости ума и на умение работать критически рефлексивно.

В разных университетах одна и та же инновационная технология преподавания математики может давать разные результаты. Инноватика в педагогической сфере математического образования, даже осуществляемая за счет собственных ресурсов сложившейся образовательной системы, представляет собой сложное и многогранное явление, в основе которого лежат вопросы философии, методологии и технологии образования. Любая полноценная концепция педагогических инновационных процессов, изменяющих методологию математического образования, должна быть ориентирована на будущее развитие с позиций возможного состояния математического знания, которое будет формировать перспективы нового уровня инновационного развития научно-педагогического знания в проблемном поле философии математического образования. В таком контексте методологическую концепцию преподавания можно рассматривать как философски ориентированную методологию математического образования, описывающую развитие и изменение системы общих методов математического познания, стимулирующих методологический поиск между соотношением традиционных и инновационных тенденций в теории преподавания. Следует отметить, что в силу определенной консервативности предметного содержания и традиций преподавания курса математического анализа для студентов специальности информационных технологий, проблемы инноваций в образовании могут возникать не только на этапе их практического внедрения в учебный процесс, но и на этапе их разработки.

Инновационные механизмы развития математического образования как нововведения в педагогической деятельности с целью повышения ее эффективности реализуются на трех уровнях исследования – теоретическом, методологическом и философском. В частности, «с помощью философских инструментов можно (и нужно) сформировать базовые навыки разумного рассуждения, которые являются основой хорошего мышления: анализировать сходство и различия; сопоставлять и проводить аналогии; находить аргументы и находить критерии в пользу этих аргументов; учитывать влияние контекста на содержание понятия; уметь осуществлять операции анализа и синтеза, делать логически грамотные выводы; уметь отличать когнитивные аспекты проблемной ситуации от психологических, этических и эстетических; рефлексивно и критически оценивать свою мыслительную деятельность» [2, с. 214]. Указанные интеллектуальные навыки

можно отнести к стандартным базовым навыкам, что должны формироваться в педагогических инновационных процессах математического образования, выработке которых способствует философия математики. Некоторые традиционные подходы к обучению высшей математике признаны классикой педагогики, они поддерживают высокое качество уровня обучения, и их не следует отвергать, даже если кому-то они не представляются инновационными. Ведь «инновации» в фундаментальном математическом образовании можно иногда интерпретировать как «актуализацию традиций», поскольку отдельные инновационные технологии не противостоят традиционным подходам и формам занятий.

Активизация методологического поиска в преподавании высшей математики является ответом на методологические вызовы познавательной деятельности и необходимости критической рефлексии традиционной педагогики. Методологические знания в структуре рефлексивного математического познания с помощью специфических методов, средств и форм обучения выполняют ряд образовательных функций, в том числе регулируемую и интегрирующую, способствующую переходу от фрагментарности к системности изложения, в котором доминируют процессы осмысления и понимания математического знания. Среди них следует выделить методологическое обоснование неочевидных идей математического анализа и систематизацию математического учебного знания в понимаемом изложении математики. Первостепенной задачей инновационных процессов в преподавании математики является качество обучения высшей математике. Если в философии математики при обосновании математических теорий допустима потенциальная осуществимость, то в практике преподавания математики ее применение может оказаться невозможным.

Но систематическое и взвешенное изложение, соразмерное уже полученным математическим знаниям, способно привлечь лишь малую долю любознательных студентов, поскольку большинству из них нужна мотивация, в роли которой даже очень стройная теория не выступает исчерпывающей аргументацией для первых шагов в возникающий круг когнитивных математических проблем, например, с понятием «бесконечно малая величина», которая вроде бы одновременно равняется нулю и отлична от нуля. «Разработанное Ньютоном в XVII веке исчисление бесконечно малых позволило по-новому подойти к описанию движения, однако математически строгая формулировка инфинитезимальных идей была предложена лишь спустя два с лишним столетия. Впоследствии проблемы, связанные с бесконечностью, стали рассматриваться в теории множеств, ставшей, по су-

ществу, фундаментом современной математики [3, с. 76]. Это не могло не озадачить тех студентов, кто только начинал изучать основы математического анализа, поскольку природа бесконечности всегда была предметом философско-методологического спора, так как многие идеи теории бесконечных множеств Кантора оказались настолько неожиданными, что даже противоречили естественной математической интуиции.

Поэтому характерной чертой педагогической инноватики в преподавании высшей математики является проблемно-ориентированное обоснование нового математического знания, направленное на его методологическое обеспечение в реальных условиях. Методологический прагматизм математического образования не считает ошибку исключительно негативным явлением, а познавательно рассматривает ее как особенность обучения математике, которая помогает студенту лучше уяснить специфику понимания и обоснования математического анализа. При такой позитивной методологической установке инновационность здесь проявляется в методологическом уравнивании ошибок и контрпримеров в их праве на достижение истины при условии раскрытия статусов ситуативно ошибочных и строго дедуктивно обоснованных математических утверждений в проблемном поле философии математического образования. Но такая интерпретация мыслительной деятельности студентов-нематематиков практически формируется только при самостоятельном поиске решения проблемных задач в диалоге с понимающим преподавателем высшей математики.

Без опоры на специальную теоретическую научную базу невозможно развивать инновационную деятельность в области математического образования, в которой актуальные задачи внедрения инновационных подходов призвана решать педагогическая инноватика. На наш взгляд, необходимо, чтобы в содержании и в инновационных технологиях математического образования реализовывалась методологическая составляющая проблемы понимания математики, преодолевающая вынужденный формальный подход к изложению высшей математики. «С точки зрения философии понимания математики, понимание состоит в усвоении или придании смысла математическим объектам и структурам, который раскрывается в процессе применения математики и ее интуитивных представлений» [4, с. 47]. В философии математического образования есть два противоречащих педагогических императива: требование строгости и потребность в понимании и передаче смысла изучаемого математического объекта. Следует заметить, что великие математики прошлого вряд ли смогли бы полу-

читать свои выдающиеся результаты с учетом существующих сейчас методологических критериев строгости. Тем не менее обучение математике разных уровней определяется специфическим подходом, который неизменно основывается на идее строгого доказательства, а прагматический характер преподавания математики в университете информатики позволяет говорить о различных уровнях строгости изложения, отражающих связь курса высшей математики с тем, для чего он практически адресован.

Поэтому важнейшей методологической задачей изучения математического анализа является рефлексия общей методологии инновационной системы математического образования и разработка подходов к решению связанных с этим дидактических задач теоретического обоснования технологии образования, чтобы ориентация на технологичность образования не шла в ущерб содержательности образования. Инновационным подходом в методологии преподавания математического анализа можно считать изложение нового материала, начиная с постановки задач, хотя такой способ построения излагаемого материала нельзя отнести к общепринятым. Традиционно принятым и более распространенным считается даже почти немотивированное, но достаточно стройное и систематическое изложение математической теории с иллюстративными и тщательно подобранными примерами. Практические шаги в этом направлении следует начинать с дидактических исследований преподавания математики, поскольку дидактика как наука о преподавании охватывает все уровни учебной работы в формировании у студентов, получающих высшее техническое образование, и понимания математики, которое для многих преподавателей технических университетов, по сути, уже является инновационным.

Чтобы научиться решать математические задачи, необходимо не только знать, как это делать, но аргументировать и понимать, почему можно так делать. С помощью понимания математики осуществляется самостоятельная инновационная интеллектуальная деятельность, связанная со смыслом знаний, и тогда при внедрении хорошо зарекомендовавших инновационных моделей обучения, раскрывающих философские и психологические аспекты методологической деятельности, учебный процесс преподавания высшей математики только обогатится. «Сопоставляя трактовку феномена понимания в философии (теория познания) и психологии, мы наблюдаем некоторое пересечение, связанное с выявлением и постижением смысла объектов и отношений окружающего мира, смысловой сферой личности» [5, с. 251]. Выбор методологических подходов в педагогической инноватике к решению проблем математического образования студентов-

нематематиков связан со спецификой научного познания в разделах математики, поскольку качество высшего образования зависит не только от того, «кто» учит и «чему» учит, но и от того «как» учит.

Все предложения, направленные на улучшение образовательной практики, должны ориентироваться не на виртуальные представления о правильной «математической политике», а предлагать конкретные инновационные подходы к решению возникающих проблем математического образования. Феномен «понимания», опираясь на различные «степени детализации» доказательства в его постижении, с точки зрения психологической характеристики представляет собой формирование смысла знания объекта познания в процессе производимых с ним действий, когда осмысление содержания процесса понимания позволяет даже выходить за границы понимаемого знания. Хотя без понимания можно научить студента решению типовых примеров, аналогичных разобранным, неустойчивые результаты по математике чаще всего являются следствием непонимания обоснования методов решения задач. Образовательные закономерности запоминания в практике технических университетов обучения разделам высшей математики имеют свои негативные тенденции, связанные с обучением в «отсроченном» и «неотсроченном» режимах, которые обусловлены затратами времени на восстановление изученного и объясненного материала, то есть инновационную технологию преподавания математики нельзя свести к психолого-педагогической задаче запоминания.

Учитывая особенности высшей математики, ее насыщенность аргументированными теоретическими построениями и фундаментальным содержанием с множеством смысловых абстракций, важнейшей методологической проблемой в педагогических инновациях является феномен понимания, а не просто запоминания математического материала. Но для хорошего усвоения математических знаний необходимо, чтобы понимание соответствовало уровню изложения учебного курса высшей математики. Среди важнейших аспектов понимания математики можно выделить: полноту или глубину понимания, предполагающую максимально объективное усвоение заданного необходимого уровня математической информации и проникновение в сущность изучаемого; обоснованность понимания, которая опирается на доступный уровень обоснования математических теорий при внедрении конкретных инновационных образовательных технологий; отчетливость понимания как субъективная степень осмысления изучаемых математических теорий, дающая возможность оценить четкость и ясность представления о математическом объекте и выступающая

еще в качестве критерия понимания. «Четкость понимания заключается в ясном осознании всех составных компонентов объекта, их отношений и включенности в новую систему связей» [6, с. 233]. Так как решение математической задачи может быть даже формально адекватным, то это обуславливает различные характеристики отчетливого понимания.

Для уяснения задачи методологии математического образования с точки зрения оправдания философии математического образования и ее потребности в педагогической инноватике заметим, что педагогика математики – это интегрированная область междисциплинарного знания, содержательная сущность которого хорошо раскрывается в философско-методологических проблемах обоснованного изложения математического анализа и в психолого-педагогических аспектах формирования дисциплины научного мышления. Уместно заметить, что хотя специалисты по математическому анализу любят излагать его на языке последовательностей и их пределов, эта традиция с точки зрения современной математики уже не имеет единственных математических оправданий, несмотря на долгую историю по обоснованию математического анализа. Применительно к педагогическому процессу преподавания математики в конкретном университете инновационный процесс означает введение нового в содержание, методы и формы обучения, представляющего практический интерес в развитии системы образования. Изучение математики играет когнитивно-рефлексивную роль в образовании, развивая познавательные способности человека, прежде всего, в логическом мышлении, а также косвенно влияя на уровень аргументации в преподавании других дисциплин.

С точки зрения инновационного методологического исследования вряд ли кого-нибудь из преподавателей математики надо убеждать, что математическая истина в контексте обоснования математического знания для них всегда дороже, чем их собственное мнение. В связи с развитием философии математики изменилось понимание проблемы обоснования математического знания, в становление которого существенный вклад вносят методологические основания, поскольку их нельзя отделить от роли математической истины, ограниченной методологией математического доказательства, поэтапно реализуемой в генезисе математического познания. Отметим также, что университетский курс математического анализа отличается от других математических курсов терминологической насыщенностью, которая становится общепринятой в других курсах, использующих математику. «Это важная особенность языка математического анализа, появляющаяся как следствие парадигмального характера развития

математических наук, объясняется тем, что практически весь понятийно-категориальный аппарат курса математического анализа заимствуется и используется другими математическими дисциплинами и спецкурсами» [7, с. 90]. В математическом образовании студентов-компьютерщиков критическая рефлексия нововведений предполагает соотношение результатов математического образования с поставленными целями.

Но поскольку речь идет об инновационной деятельности, которую должны осуществлять преподаватели математики, то они должны быть психологически готовы к этой работе, кроме того, такая деятельность предполагает методологическое понимание инновационных образовательных технологий, ориентированных на творческое преподавание и активную инициативу студентов, акцентировано способствующую формированию их инновационного мышления в будущей профессиональной деятельности. Перспективы педагогических инновационных процессов раскрываются во взаимосвязанном формировании математического стиля мышления и профессиональных инженерных компетенций в единстве формального и содержательного. Содержательные изменения в философии математического образования не станут инновационными, если они не будут соответствовать социокультурно направленным изменениям, которые происходят в системе университетского образования при переходе из одного в другое состояние. Поэтому инновационные технологии, методологически связанные с проблемным обучением высшей математике, кроме обоснованности и убедительности излагаемой последовательности доказательств, акцентируют понимаемую логику изложения, доступную всем студентам, и смысловое движение мыслительного процесса.

Литература

1. Юсуфбекова Н.Р. Педагогическая инноватика: возникновение и становление // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия. Педагогика и психология. 2010. № 4.
2. Пушкарев Ю.В. Инновационные изменения в современной системе образования: философский анализ // Философия образования. 2010. № 2.
3. Даубен Дж.У. Георг Кантор и рождение теории трансфинитных множеств // В мире науки. 1983. № 8.
4. Еровенко В.А. Онтология понимания элементарной математики и формирование интеллекта // Педагогика. 2013. № 9.

5. Брейтигам Э.К. Характеристики и процедуры понимания в дидактике // Мир науки, культуры, образования. 2011. № 1.

6. Логинова Л.И. Понимание как проблема в современной специальной психологии // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика. 2011. Вып. 4.

7. Табишев Т.А., Эржибова Ф.А. Математическая подготовка студента как условие формирования его профессиональной математической деятельности в вузе (на примере дисциплины «математический анализ») // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2015. № 2.

Michailova N.V., *PhD of Philosophical Sciences, Associate Professor*

PEDAGOGICAL INNOVATION PROCESSES IN METHODOLOGY OF MATHEMATICAL EDUCATION AND «THE PHENOMENON OF UNDERSTANDING»

Although pedagogical science carefully studies the process of mathematical cognition, innovative processes and technologies for understanding mathematics have appeared only recently. The article shows that the understanding of formal evidence is based on various degrees of its detail, since as a methodological means of persuasion it is not satisfactory without prior explanation.

Key words: *pedagogical innovation processes, methodology of mathematical education, phenomenon of understanding.*