

КРИТИЧЕСКИ-РЕФЛЕКСИВНЫЙ СТИЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ, ФОРМИРУЮЩИЙ КУЛЬТУРУ ЛИЧНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Валерий Александрович Еровенко,

профессор кафедры общей математики и информатики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор, e-mail: erovenko@bsu.by

В статье анализируется критически-рефлексивный стиль математического мышления студентов естественнонаучных специальностей и показывается, что человек с правильно сформированным мышлением не только осознает собственные догмы и устоявшиеся предубеждения, но и стремится практически разобраться в них. Принято считать, что студенты старших курсов уже «умеют» или уже «научились» хорошо мыслить, однако такое предположение не всегда оправдывается в практике университетского образования. Образовательная технология формирования критически-рефлексивного стиля математического мышления обусловлена социокультурными процессами, происходящими в обществе, отражающимися и на будущей профессиональной деятельности студентов, поскольку критическая мысль начинается там, где мы сталкиваемся с проблемными или нестандартными ситуациями.

Ключевые слова: критическая рефлексия, математическое мышление, культура личности, университетское образование, профессиональная подготовка.

Одной из основ интеллектуального развития студентов естественнонаучных специальностей прямо или косвенно является математическая культура, своеобразным образцом которой служит «бескомпромиссность» математики, поскольку такие науки, как география, биология, физика, химия, экономика, зависят и от уровня университетского математического образования. Основы высшей математики стали предметом изучения даже у студентов гуманитарных направлений. Поэтому вполне естественным является включение математических дисциплин в структуру профессиональной подготовки, что ставит задачу определения когнитивно-образовательных целей критически-рефлексивного стиля математического мышления для студентов соответствующих специальностей. Под мышлением в широком



смысле мы понимаем критически-рефлексивное обдумывание возможностей структурирования и упорядочивания содержания имеющейся и получаемой информации. Проблема состоит в том, что в процессе обучения, как правило, редко объясняют студентам, как научиться наиболее продуктивно мыслить, хотя трудно представить какую-нибудь сферу деятельности, в которой способность мыслить была бы не нужна. Отличным полигоном для развития такого рода интеллектуальных умений является формирование математического стиля мышления на примере изучения разных разделов высшей математики.

Трудность реализации критически-рефлексивного стиля математического мышления как образовательной интеллектуальной стратегии, направленной на достижение предполагаемой образовательной цели обучения, состоит в том, что математическое мышление требует определённых индивидуальных усилий на всём протяжении обучения студента в университете. «К важнейшим характеристикам критически-рефлексивного мышления можно отнести: самостоятельность, наличие познавательного интереса, умение сформулировать проблему, умение увидеть все возможные пути решения проблемы, умение принять оптимальное решение, аргументированное обоснование принятого решения» [1, с. 61].

Добавим к этому, что с точки зрения профессиональной подготовки критически-рефлексивное мышление предполагает выработку способности отстаивать собственную профессионально обоснованную точку зрения, признавая при этом правоту оппонентов при предъявлении ими подтверждённых и хорошо аргументированных возражений, а также контрдоводов или контр-примеров, с точки зрения имеющейся информации. Поэтому формирование качеств, характеризующих критически-рефлексивный стиль математического мышления, когда при решении математических задач важно оценивать не только полученные результаты, но и понимание аргументации и дедуктивного хода рассуждения, требует особого внимания и даже определённой методологической компетенции преподавателя математики. Формирование технологии критического стиля математического мышления довольно сложный процесс, т.к. он способствует развитию мышления высокого интеллектуального уровня, точнее мышления на уровне анализа, синтеза и его критической оценки.

Критически-рефлексивное мышление является неотъемлемой составляющей математической культуры студентов, формируемой в процессе профессиональной подготовки. В частности, при анализе аргументированности и убедительности математических доказательств,

поскольку некоторые студенты в силу сложившихся социокультурных условий их развития испытывают трудности при необходимости мыслить самостоятельно. По существу, лишь небольшая часть студентов-первокурсников обладает навыками абстрактного и логического мышления, т.е. такого стиля мышления, который необходим при изучении не только математики, но и освоении профессионально ориентированных дисциплин. Чаще всего серьёзные ошибки возникают у студентов в связи с недостатками их стихийной логики мышления, что довольно регулярно наблюдается при изучении тем математического анализа. Среди трудностей математического познания у студентов можно указать на непонимание соотношения прямого и обратного утверждения, неправильную интерпретацию необходимого и достаточного утверждения, произвольное использование математического термина в различных не соответствующих ему значениях. Можно констатировать, что критически-рефлексивный стиль математического мышления пока не стал в должной мере объектом изучения при анализе содержания образования в классическом университете в силу широкой вариативности философских исследований рефлексии в учебном процессе и недостаточной разработанности инновационных подходов к формированию интеллектуальной культуры личности при её профес-

сиональной подготовке. Поэтому научить студентов рефлексировать и критически мыслить в процессе обучения, а также сформировать способность сомневаться, рассматривая это как постоянное рефлексивное состояние индивида, — это всегда актуальная и педагогически востребованная задача.

Критически-рефлексивный стиль математического мышления направлен на когнитивную активность, призванную обеспечить полноту и понимание изучаемого математического знания с помощью, как говорят философы, «движения мысли», выходящей за пределы прежней «изолированной значимости», сопровождаемой «тенью сомнения». Можно сказать, что когнитивная рефлексия в математическом образовании — это способность рефлексировать над математическими темами, которые, казалось бы, уже хорошо изучили. «Методологическая значимость когнитивной рефлексии проявляется прежде всего в том, что она настойчиво вопрошает об обоснованности математических решений, задаваемых в определённом формальном виде и позволяющих разрешать затруднения субъекта познания, в частности студента технического университета, возникающие в проблемных ситуациях» [2, с. 93]. Заметим, что поскольку студенты в процессе обучения часто находятся на грани истины и заблуждения, то сомнение — это, по сути, постоянный спутник критически



рефлексивного стиля математического мышления. Не случайно при организации критически-рефлексивного практикума по какой-нибудь математической теме чаще всего требуются ответы на следующие вопросы по предыдущей работе: какие имеющиеся знания понесли при подготовке к новому занятию; какие трудности возникли при этой подготовке; каким образом были устранены возникшие трудности непонимания; появились ли вопросы, на которые у студента всё же нет ответа; как в целом студент может оценить свою готовность к дальнейшим занятиям.

Такого рода вопросы для рефлексии целесообразно включать в методическую систему учебного процесса для организации диалога преподавателя со студентами. Диалог в обучении математике можно рассматривать как эффективный приём организации критически-рефлексивной деятельности студентов, в котором инициатором содержательного диалога на учебных занятиях по высшей математике выступает преподаватель. Но для того, чтобы такой диалог был рефлексивным, он изначально должен быть нацелен на критическую оценку возникших у студентов на занятии затруднений в контексте непонимания новых математических понятий или обоснования математических утверждений. «Там, где нет затруднений, нет мышления». Рефлексия индивидуальных траек-

торий развития критического мышления — это не только результат самостоятельной деятельности студентов, но и результат когнитивного взаимодействия преподавателя и студента при изучении нового и критическом осмыслении сложных математических тем.

Формирование критически-рефлексивного стиля мышления обусловлено ещё тем, что отношения преподавателя и студентов «не симметричны» в том смысле, что первый уже обладает определённым опытом в этом направлении, а вторые только начинают по существу познавать и понимать, что значит мыслить правильно и профессионально убедительно. Тема критически-рефлексивного стиля математического мышления, вообще говоря, сужает философскую рефлексию к профессиональной подготовке математически образованных студентов естественнонаучных направлений классических университетов, хотя сама рефлексия давно имеет свою многовековую историю.

Актуальность критически-рефлексивного подхода к математическому образованию как многомерного явления обусловлена ещё тем, что игнорирование студентами указанных выше характеристик и непонимание ими сущностных приёмов математического рассуждения могут привести к непродуктивным в процессе обучения математике стилям мышления, провоцируя внедрение «идеологии незнания». Поскольку,

с точки зрения философов, она является фундаментальной категорией, которая пронизывает многие направления научного знания, философы говорят не только о многоаспектности, но и о разноречивости рефлексии. Поэтому понятна недостаточная методологическая проработанность понятийной категории «рефлексия». Когда студенты, изучая разделы курса высшей математики, мыслят критически, то они не только оценивают результаты своих мыслительных усилий, но и критически-рефлексивно оценивают сам мыслительный процесс. «Критическое мышление предполагает наличие навыков рефлексии относительно собственной мыслительной деятельности, умение работать с понятиями, суждениями, умозаключениями, вопросами, развитие способностей к аналитической деятельности, а также к оценке аналогичных возможностей других людей» [3, с. 156]. Безусловно, при обучении высшей математике задача формирования критически-рефлексивного стиля математического мышления, к которому можно отнести методы проблемного обучения, зависит от мотивированности обучаемых, уровня их знаний и предшествующего образовательного опыта. Это накладывает определённые ограничения на формирование преподавателем математики мыслительных компетенций, учитывая все возможности логического, проблемно-

ориентированного и критического мышления для данного контингента студентов.

В таком контексте методология математического познания не может быть свободной от соответствующего онтологического и гносеологического содержания — в этом и состоит непосредственная зависимость научного знания от методологической критической рефлексии математического познания в учебных целях. Следует также подчеркнуть, что, если для представителей естественнонаучного знания математика не является идеалом наук и не стала символом «чистого знания», всё же приходится признать, что математика вовсе не чужда любой дисциплине, претендующей на звание научной, поскольку она является лидирующей в поисках отыскания истины. Хотя математическая теория как определённая онтологическая схема не истинна и не ложна, а только лишь полезна или бесполезна. Философия математики с этой точки зрения, подобно математике, определена не только предметом, а также способом рассуждения и основанными на нём познавательными возможностями. В конечном счете критически-рефлексивный подход, способствуя познавательной активности студентов, выходя за пределы изолированных разделов математической науки, акцентирует внимание на взаимосвязи и взаимовлиянии математики и других областей исследования. Поскольку



процесс критической рефлексии проявляется в математической мыслительной активности обучаемых, то он всегда индивидуален, поэтому его нельзя передать, а можно лишь развивать, стимулировать и улучшать.

Критически-рефлексивный стиль математического мышления как вид интеллектуальной деятельности, формирующий культуру личности, может осуществляться на протяжении всего учебного времени, но если его рассматривать как способ получения нового математического знания, то в рефлексивную, предполагающую умение анализировать математическую информацию и выработку эффективных стратегий решения проблемно-ориентированных задач, должны быть включены обе стороны образовательного процесса — и студент, и преподаватель. По существу, это напряжённая работа университетского преподавателя математики, которая зависит ещё и от уровня общей культуры, поскольку его неудачи на этом поприще студентам более заметны, чем его собственные научные достижения. Уровень эффективности диалога культур в математическом образовании зависит от потребности субъектов совместной деятельности в деловых и неформальных взаимоотношениях, носящих определённую эмоциональную окраску [4, с. 109]. Особое значение приобретает педагогическое взаимодействие преподавателя и студентов,

обеспечивающее благоприятный эмоциональный климат, который плодотворно влияет на мотивацию обучения и даёт внутренние содержательные мотивировки для преподавателя, связанные с интересом к творческому педагогическому процессу. Если чего-то инновационного в образовательной математической практике не было в прошлом, то из этого не следует, что его не будет в будущем. Даже если кто-то не понимает доказательство теоремы, то это не означает, что его нет или что оно есть, но оно для него недостижимое. Поэтому образовательную парадигму нельзя рассматривать раз и навсегда заданной, несмотря на её циклическое развитие.

Говоря о культуре личности, заметим, что на лекции по математике в трудно понятных местах часто студентов спасает интонация, которая формирует воздействие лектора на аудиторию, поскольку в ситуации публичного мышления сопереживание студентами лекционного действия можно рассматривать как пример движения к пониманию в педагогическом взаимодействии. Критически-рефлексивный стиль математического мышления формирует не только культуру личности студента, но и помогает внедрить в сознание студентов дух красоты математики и даже способность к эстетическому наслаждению в процессе изучения математики, что крайне важно, поскольку такой

подход к преподаванию способствует созданию у студентов эмоционального отношения и живого интереса к математическому знанию. Под математической культурой студента понимается его способность применять в своей будущей профессиональной деятельности знания, умения и навыки, выработанные с помощью изучения разделов математики на разных образовательных ступенях обучения. В сфере математического образования разных уровней постепенно исчезает такой рефлексивный термин, как «понимание», который способствует осознанию связей между математическими предметами, однако он не является синонимом термина «знание». Глубина связей в процессе математического познания отражается на уровнях понимания, для которых очень важно видение причинно-следственных связей между многими математическими утверждениями.

Формирование стиля математического мышления оказывает влияние не только на развитие студентов, но и на становление их мировоззрения в процессе изучения математики, поскольку оно практически включено в любую осмысленную деятельность людей. Навыки математического мышления — это не только демонстрация математических знаний, но и ориентация на истинность, а не только на пользу, понимание единства формального и содержательного

в математике, а также в значительной мере использование таких качеств математического стиля мышления, как ясность, строгость, лаконичность и возможность эффективно реализовать свои знания. «В сфере математической деятельности нередко возникают ситуации непонимания идей одних субъектов другими. Известны случаи полного невосприятия изложения математических результатов не только при педагогической деятельности, но даже среди признанных профессиональных математиков. Во многих случаях это происходит вследствие разного понимания математики, разных стилей математического мышления» [5, с. 68]. Поэтому на основе использования современных технологий появились исследования по тестированию мышления в познавательной деятельности человека, позволяющие системно определить его характеристики. В частности, при формировании тестов по определению индивидуального стиля математического мышления начали разрабатываться системы экспериментальных задач, направленных на выявление особенностей мышления при решении математических задач на разных уровнях обучения. При исследовании психодиагностики процессов математического мышления студентов используются разные методики, которые группируют их по мотивации, по восприятию материала, по мето-



ду получения результатов и по качеству создаваемых моделей.

Приобретённые на лекциях и занятиях по высшей математике навыки рассуждения, для которых характерна хорошо обоснованная логическая система рассуждений, имеют немаловажное значение для повышения общей культуры мышления. Именно такая черта математического стиля мышления, как необходимость с достаточной точностью соблюдать символические записи, становится практической привычкой и приводит к формированию общего стиля мышления. Хотя стиль математического мышления характеризует особую востребованную форму рассуждений, процесс формирования математического стиля мышления не следует отождествлять с процессом формирования компетенций профессиональной подготовки, не исключая при этом, что математический стиль способствует повышению профессиональной эффективности. Сложность изучения математики проявляется не только в самом учебном материале, но и в необходимости его систематически осваивать, понимать, запоминать и использовать при дальнейшем обучении. По сути, каждое задание по математике может содержать одновременно несколько характеристик стиля математического мышления с различной степенью их выраженности. Поэтому не только у математиков, но и у психоло-

гов, и философов математики возникает практическая необходимость углублённого изучения стиля математического мышления, охватывая все современные характеристики математического мышления, для его определения.

При формировании критически-рефлексивного мышления студентов наиболее эффективными дисциплинами являются предметы математического направления. Стиль математического мышления при решении проблемно-ориентированных задач позволяет использовать такие методы работы с профессиональной информацией, как поиск, анализ, синтез, которые влияют на выработку с помощью критического мышления решений о том, какую информацию можно принять, а какую дополнить или вообще не использовать. Для понимания стиля современного математического мышления, актуализируемого в инновационной практике университетского образования, необходимо осознать природу стиля мышления на базе различных методологических представлений. «По существу, речь идёт о концептуальном потенциале понятия стиля научного мышления в философии математических наук, который выражает основные, исходные особенности познания на том или ином этапе его развития, позволяющие понять особенности постановки и анализа рассматриваемых исследовательских задач» [6, с. 19].

К сожалению, для многих студентов, начинающих изучать курс высшей математики, сущность математических рассуждений остаётся тайной, как и практика логических рассуждений. С образовательной точки зрения стиль математического мышления основан на понимании сути аксиоматического метода, который характеризует различие между повседневным мышлением и нормами строгого и точного математического рассуждения, который будет сохраняться, несмотря на развитие и внедрение методов компьютерной математики, если мы хотим, чтобы математика выполняла свои когнитивные функции.

Несмотря на предпринимаемые усилия, пока невозможно дать вполне убедительный и полностью аргументированный ответ на то, в чём же состоит методологическая суть математического мышления, которая была бы доступна для всех изучающих математику и которую можно было бы реализовать в практике университетского математического образования. Поскольку одной из основных черт математического мышления является логичность и доказательность математических утверждений, то одной из тенденций, характеризующих стиль математического мышления, является отождествление понятий «математическое» и «логическое» мышление, которое часто встречается в психолого-педагогических исследованиях. Это вполне опреде-

лённо может быть оправдано, когда стиль математического мышления, опираясь на рефлексию, проникает в другие математизированные науки, но встречает возражения, когда математики практически работают в своих собственных областях математики, логическая строгость которых иногда появляется только на заключительных этапах исследования. Однако при инновационных методах в математическом образовании критически-рефлексивный подход может оказать определённое воздействие на развитие стиля математического мышления при полноценном и хорошо аргументированном решении профессионально ориентированного математического задания с точки зрения понимания математической модели ситуации, возникающей в профессиональной деятельности. Инновационные методы преподавания математики предполагают изменения, улучшающие результаты учебного процесса.

Используя какую-нибудь конкретную методику формирования критически-рефлексивного мышления в образовательной практике, всегда приходится сталкиваться с различными ситуационными трудностями, несмотря на то что даже простые объяснения нетривиальных утверждений математической науки позволяют иногда показать, как математика может быть полезной и увлекательной. Фундаментальная профессиональная подготовка



предполагает формирование стиля математического мышления, позволяющего моделировать реальные явления на основе профессионально ориентированной математической подготовки. «Поскольку математическое образование является компонентом профессионального образования и общей культуры специалиста, то и методическая система обучения математике в вузе должна рассматриваться как часть общей педагогической системы профессионального образования студентов вузов, в том числе технических» [7, с. 105]. Критическая рефлексия математического мышления позволяет в профессиональной подготовке специалистов использовать навыки изучения математических объектов с разных ракурсов, проявляющихся в рефлексивной составляющей математического стиля мышления. То есть математическое мышление, несмотря на свою специфику, является востребованной частью любого профессионального мышления, удовлетворяющего критериям образованности, или методологической основой профессиональной культуры. Но ещё необходимо всегда помнить о том, что критическое математическое мышление студентов, являющееся важнейшей компонентой их общей культуры, есть мышление самостоятельное, а также носит индивидуальный характер.

Критический стиль математического мышления — это один из ключевых образовательных навыков,

расширяющий границы познания и позволяющий правильно анализировать информацию для выбора оптимального варианта способа действий на основе проведённого рефлексивного анализа. Почему математика учит критическому мышлению? Потому что математика на протяжении уже многих столетий органично вплетена в структуру нашего мышления, специфика которой как науки в том, чтобы не совершать ошибок.

Несмотря на имеющееся многообразие способов формирования критически-рефлексивных способов мышления, способствующих повышению качества усвоения математического материала, в своей практической деятельности преподавателю математики стоит остановиться лишь на тех, которые удовлетворяют требованиям профессиональной направленности, не создавая при этом интеллектуальных лабиринтов перед студентами. Если преподаватель хочет научить, а студент — научиться, то разговор преподавателя со студентом должен быть взаимно уважительным. То, что у студента в процессе обучения получается хорошо, он делает с большим удовольствием, поэтому рефлексировать надо не только студентам, но и педагогу. Педагогическая рефлексия позволяет преподавателю с точки зрения смысловых и содержательных аспектов изложения переосмыслить то, что казалось ему давно устоявшимся,

хотя не всегда способствующем профессиональному самовыражению. А в духе требования академической честности хочется, чтобы то, что студент считает пройденным, было им реально освоено.

Литература

1. Энбом Е.А., Балабаева Н.П. Развитие критически-рефлексивного мышления студентов посредством образовательного потенциала математических дисциплин в современном техническом университете // Карельский научный журнал. — 2019. — Т. 8, № 3. — С. 60–64.
2. Михайлова Н.В. Когнитивная рефлексия математического познания и ее экспликация в философии инженерного образования // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е: Педагогические науки. — 2019. — № 15. — С. 92–96.
3. Суханова Н.В. Формирование критического мышления студентов при обучении математике в вузе // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. — 2012. — № 9. — С. 155–163.
4. Еровенко В.А. Эстетическая ценность математического знания и преподавание математики // Российский гуманитарный журнал. — 2016. — Т. 5, № 2. — С. 108–121.
5. Перязев Н.А., Муסיфулина С.Р. Компьютерная психодиагностика математического мышления // Педагогическая информатика. — 2012. — № 3. — С. 67–73.
6. Михайлова Н.В. Формирование математического стиля мышления в области инновационного инженерного образования // Инновации в образовании. — 2020. — № 1. — С. 18–29.
7. Киреева Ю.Г., Червова А.А. Математическое мышление как основа фундаментализации профессиональной подготовки специалиста // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. — 2013. — № 4, Ч. 3. — С. 104–108.