

СОДЕРЖАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ «ШКОЛА-ВУЗ»

А.Д.Нахман, И.Ю.Иванова

1. Концепция математического образования: системное представление.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г., после полутора лет обсуждения, принята Концепция развития математического образования России [1]. В ее основу легли выводы, полученные на основе аналитических данных о состоянии математической подготовки на различных уровнях образования. Цель мероприятий по реализации Концепции, в том числе, в системе «школа-вуз», наиболее емко выражена в тезисе: «изучение и преподавание математики, с одной стороны, обеспечивают готовность учащихся к применению математики в других областях, с другой стороны, имеют системообразующую функцию, существенно влияют на интеллектуальную готовность школьников и студентов к обучению, а также на содержание и преподавание других предметов».

Основные идеи Концепции задают вектор развития математического образования на всех его уровнях – от дошкольного до вузовского и послевузовского – на ближайшие десятилетия.

По сути, в Концепции предлагается модель системы математического образования. Здесь мы усматриваем ряд следующих *подсистем*.

Подсистема, условно называемая нами «идея-воплощение», в которую интегрирована деятельность ключевых фигур в области математического образования – ученых и педагогов.

Речь идет о моделировании процесса взаимодействия математических лидеров, профессионалов-математиков, педагогов ведущих образовательных учреждений естественно-математической направленности, исследователей в области педагогики и психологии и педагогов-математиков «рядовых» образовательных учреждений.

Ключевым здесь является тезис о том, что «педагог-математик... должен обладать не только математическим знанием в форме им воспроизводимого и передаваемого ученикам набора определений, доказательств и рецептов, но в первую очередь быть готовым к решению новых, ранее не встречавшихся (отдельному человеку или человечеству) задач в соответствующих областях, передавать обучающимся математическую модель деятельности».

Подсистема «математика в общем образовании» предполагает три основных этапа освоения учащимися математических знаний и технологий и создания соответствующих этим этапам условий.

В дошкольном и начальном образовании особую роль Концепция отводит созданию сред, условий и ситуаций, содействующих развитию логико-математических и коммуникативных способностей учащихся, зарождению мотивации к математической деятельности, в том числе и средствами математических и логических игр, соревнований и т.д.

Мотивация к математической деятельности учащихся основной школы может поддерживаться многообразием ее приложений в курсах физики и информатики, компьютерными инструментами и моделями. Особую роль здесь отводится установлению и углублению межпредметных связей, использованию математических фактов и методов в процессе моделирования физических и др. процессов, сочетанию математических и компьютерных технологий. Использование вычислительных инструментов в значительной степени поможет наиболее слабым учащимся сосредоточиться на понимании смысла решаемых задач и выстраиваемых моделей, идеях решения.

В контингенте учащихся старшей школе предполагается выделить три потока. Первый из них формируется из учащихся, слабо мотивированных к математической деятельности, и слабо освоивших программный материал начальной и основной школы. Здесь должна быть обеспечена базовая математическую компетентность, т.е. такой ее уровень, который позволяет успешно применять математические знания, умения и навыки в ситуациях, встречающихся в повседневной жизни.

Второму потоку, состоящему из учащихся, показавших хорошие результаты в основной школе, но не планирующих специализации в областях, требующих математики, необходимо обеспечить широкую общекультурную программу математической подготовки.

Наконец, учащимся, предполагающим дальнейшее обучение по естественно-научным, инженерным, ИТ-направлениям, необходимо углубленное изучение математики для предполагаемой профессиональной деятельности, в том числе – исследовательской деятельности. Такие учащиеся, обладающие устойчивой и результативной мотивацией, должны быть обеспечены высококвалифицированными педагогами в своей школе, либо возможностью обучения в специализированной школе для детей с той же мотивацией и соответствующими педагогами, либо дополнительным образованием необходимого уровня, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий.

Подсистема «математическое просвещение» настроена на подход к математике, как элементу общей культуры, функциональной грамотности и повседневного применения. Концепция провозглашает: «В массовом сознании математическая компетентность должна стать одним из основных показателей интеллектуального уровня человека, неотъемлемым элементом культуры и воспитанности, естественно интегрироваться в общегуманитарную культуру.

Подсистема «*математика в среднем профессиональном и высшем образовании*». В концепции основное внимание уделено подготовке кадров для дошкольного и начального образования в части математики и информатики и подготовке учителей математики для общего образования. Однако, мы считаем необходимым транслировать идеи Концепции и на другие направления профессиональной подготовки, в связи с чем выделяем подсистему «*математический компонент в нематематических направлениях подготовки*». Содержательное ядро такой подготовки призвано обеспечить:

- достаточный научный математический уровень;
- соответствие профессиональной области, к которой относится подготовка;
- «восприятие математики и истории ее развития как важнейшего историко-культурного феномена, обладающего интеллектуальной, эмоциональной, эстетической ценностью».

Выделенные подсистемы обладают разнообразными устойчивыми связями. Отметим одну из наиболее значимых связей - *содержание математического образования*. Именно его основные компоненты предлагаются математическими лидерами. Специалисты в области педагогики и психологии выявляют соответствующие психолого-педагогические условия, необходимые для освоения нового содержания. Авторские коллективы специалистов в области методики преподавания математики разрабатывают программы и учебные материалы. Апробация и внедрение «ложится на плечи» педагогов инновационных образовательных учреждения. Наконец, соответствующие инновационные компоненты содержания математического образования внедряются в «рядовых» образовательных учреждениях.

В этой связи особую актуальность приобретает задача формирования обновленного содержания математического образования в системе «школа-вуз» на переходном этапе «старшая школа – начальная ступень бакалавриата». Эта задача «вписывается» в более широкий спектр следующих задач:

- проанализировать инновационный компонент целевого блока Концепции;
- наметить соответствующие организационные меры (здесь мы ограничиваемся региональным уровнем, ср. [2]);
- скоординировать вопросы обновленного содержания математического образования на вышеуказанном переходном этапе в системе «школа-вуз».

2. Цели математического образования: традиции и инновации.

В качестве концептуальной основы совершенствования математического образования мы рассматриваем сочетание устоявшихся в нем лучших традиций и современных инновационных подходов. При этом *инновации в образовании мы будем рассматривать как целенаправленные изменения, которые приносят (внедряют) в образовательную систему*

новые элементы (новшества), обеспечивающие ее переход в иное устойчивое состояние [3].

Инновации, по нашему мнению, характеризуются тем, что они

- обусловлены определенным социальным заказом и направлены на улучшение развития, обучения, воспитания;

- практико-ориентированы;

- прошли процесс апробации, внедрения, освоения; распространения (диффузии);

- получили воплощение в виде нового или усовершенствованного «образовательного» продукта (стандарта, программы, линии учебной литературы, банка контрольных заданий и т.д.)

В целевом компоненте Концепции, который можно считать общим для всех уровней математического образования (от дошкольного до вузовского и послевузовского), мы усматриваем трансформации традиционных целей к следующим инновационным:

- развитие способностей к логическому и критическому мышлению, конструированию, коммуникации и взаимодействию на широком математическом материале, преодолению интеллектуальных препятствий;

- практико-ориентированное изучение математики, развитие способностей к математическому моделированию (построению моделей и интерпретации результатов), применению математики, в том числе, с использованием ИКТ;

- наполнение курса математики элементами прикладной и «компьютерной» математики, изменение характера математической деятельности, которая теперь должна происходить в ИКТ-средах, с применением ИКТ-инструментов;

- воспитание качеств личности, обеспечивающих социальную мобильность, способность принимать самостоятельные решения;

- формирование способности к преодолению мыслительных стереотипов, умения выразить свою точку зрения и аргументировать ее, признавать свои ошибки и понимать необходимость исправлять их.

Среди указанных в составе инновационного компонента целей, согласно Концепции, приоритетными являются «развитие способностей к логическому мышлению, коммуникации и взаимодействию на широком математическом материале» умению строить, анализировать и интерпретировать математические модели, «поиску решений новых задач, ..., преодолению интеллектуальных препятствий».

Обсудим *поставленные цели в системе «школа-вуз» применительно к переходному этапу «старшая школа – начальная ступень бакалавриата».* Особенности современного состояния математической подготовки на данном этапе мы видим в следующем:

- приток (на экономические и информационные направления) большого числа абитуриентов, слабо мотивированных к математической деятельности (в том числе, обучающихся на коммерческой основе);

- падение престижности инженерного образования (где наиболее востребованы математические ЗУН), и как следствие этого, отсутствие серьезного конкурса на соответствующие направления обучения;

- значительное сокращения аудиторных часов, с перенесением акцента на самостоятельную работу, что проблематично в условиях отсутствия у студентов достаточной мотивации, слабого уровня развития общеучебных умений и самого главного из них - умения учиться;

- введение курса математики в основных образовательных программах бакалавриата гуманитарных направлений подготовки.

Вместе с тем, в главе 3. «Профессиональное образование» Концепции говорится [1]: «система профессионального образования должна обеспечивать необходимый уровень математической подготовки кадров для нужд математической науки, экономики, научно-технического прогресса, безопасности и медицины».

Пути разрешения возникающего противоречия мы видим, в первую очередь, в следующей «диверсификации» целевого блока. Цели математической подготовки и планируемые при этом ее уровни должны быть четко разделены в соответствии со следующими группами учащихся:

1) классы старшей школы с углубленной математической подготовкой – направления бакалавриата /магистратуры в области механико-математических наук и информационных технологий. Согласно точке зрения группы математиков МГУ - авторов одного из проектов Концепции [4], здесь предполагается «глубокое и неформальное изучение определённых разделов математики и близких к ней прикладных наук» как основы для последующих научных исследований и практической деятельности;

2) профильные классы – естественнонаучный, технический, экономический профили бакалавриата. Здесь, в первую очередь [4], необходимо развитие общей математической культуры для использования полученных знаний и навыков в дальнейшей работе по избранной профессии;

3) классы гуманитарного профиля (базовая математическая подготовка) – гуманитарные направления бакалавриата: формирования логической культуры, умения анализировать, классифицировать, выдвигать гипотезы, опровергать их или доказывать их состоятельность, пользоваться аналогиями, аргументировать доводы и т.д.

Однако, достижение поставленных целей невозможно без усиления мотивации всех групп учащихся к математической деятельности, большей доступности и открытости математического образования, укрепления связей по линии «школа-вуз». И здесь на первый план выходят компоненты организационного блока.

3. Перечень мероприятий регионального уровня по совершенствованию математического образования в системе «школа-вуз», с нашей точки зрения, могут быть следующим.

3.1. Обеспечение свободного доступа всех желающих школьников к электронным учебным и научным ресурсам библиотек вузов.

3.2. Организация на базе вузов математических олимпиад для школьников с предоставлением победителям льгот при поступлении в данный вуз.

3.3. Разработка адаптивных («переходных») курсов и соответствующих учебных материалов (учебных пособий, рабочих тетрадей и др.) для студентов со слабой школьной математической подготовкой.

3.4. Завершение разработки основных образовательных программ (ООП) по курсу математики, реализующих компетентностный подход в высшем профессиональном образовании (ВПО).

3.5. Широкое использование тестовых форм контроля на основе уровневых компетентностно-ориентированных педагогических измерительных материалов (ПИМ).

3.6. Разработка и чтение математических курсов по выбору для студентов вуза.

3.7. Привлечение студентов к междисциплинарным научным исследованиям, использующим математическое моделирование.

3.8. Формирование единой образовательно-научной информационной среды вуза, способствующей частичной компьютеризации математического образования в вузе.

3.9. Проведение (на региональном уровне) мероприятий по контролю процесса формирования и развития математической компетентности студентов нематематических направлений подготовки с целью сравнения результатов по вузам, отслеживания динамики процесса, обмена и распространения передового опыта подготовки.

4. Содержание математической подготовки. Особое место во всех проектах Концепции уделялось вопросу о содержании математического образования как в школьном, так и в вузовском курсах. Мы разделяем точку зрения авторов [4], согласно которой важнейшим результатом обучения являются *знания*. Они должны подаваться в систематизированном виде, с учётом взаимосвязи различных математических и естественнонаучных дисциплин. В то же время понятие «знания» в Федеральных государственных стандартах высшего профессионального образования по сути отсутствует; более того само содержание обучения исключено из государственных документов, регулирующих образовательную систему. Принципиально важным является закрепление на государственном уровне перечня основных математических понятий и фактов, подлежащих изучению по каждому направлению бакалавриата.

Второй по важности результат обучения – *умение пользоваться полученными знаниями, применять их в различных ситуациях. Знания должны быть активными.* Так, лучшим способом имитации исследовательской деятельности является решение задач.

В частности, в рамках любых инноваций следует сохранить в основной и старшей школе задачи на решение уравнений и неравенств, как алгебраических, так и трансцендентных. Эти задачи учат работать с функциями, требуют определенной культуры выполнения преобразований,

необходимой абитуриентам для дальнейшего освоения в высшей школе алгебры, анализа, теории дифференциальных уравнений, числовых и функциональных рядов, дискретной математики, стохастики.

«Нужно вернуть особое внимание школьников и бережное отношение учителей к изучению геометрии». Разнообразие геометрических задач, обилие идей, строгость рассуждений учат логически мыслить, развивают воображение, интуицию, творческие способности учащихся, которые являются неотъемлемым компонентом общей математической культуры. Наличие геометрических представлений наряду с овладением элементами алгебры и анализа являются основой для изучения в высшей школе аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциальной геометрии и топологии.

Одной из проблемных зон переходного этапа «школа-вуз» является координация вопросов и объема содержания математического материала в «пограничных» модулях: стохастика, математический анализ и аналитическая геометрия. С одной стороны, здесь необходимо избежать дублирования, с другой «лакун», т.е. ситуаций, когда отдельные вопросы не освещаются в школьном курсе, но являются опорными для изучения тем вузовского курса.

Сформулируем соответствующие предложения применительно к базовому уровню освоения математики в старшей школе.

Введение в аналитическую геометрию, как нам представляется, следует ограничить следующим кругом вопросов.

1. Начальные сведения о векторах: вектор как способ задания движения на плоскости и в пространстве, линейные операции над векторами (например, сложение сил), а также линейные операции в координатах. При этом изучение скалярного произведения в рамках базового курса нам представляется нецелесообразным, поскольку соответствующие понятия и факты, будучи оторванными от других способах умножения векторов, а также от понятий линейной алгебры, не находят должных приложений.

2. Уравнения «горизонтальной», «вертикальной» и «наклонных» прямых на плоскости»; уравнения параболы как графика квадратичной зависимости и гиперболы как графика обратно-пропорциональной зависимости; уравнение окружности; условие пересечения линий на плоскости. Вместе с тем мы считаем нецелесообразным изучение уравнения плоскости в пространстве, поскольку в рамках школьного курса не находит место полный «арсенал средств» для исследования взаимного расположения прямых и плоскостей в пространстве.

3. Преобразование уравнений линий путем параллельного переноса системы координат на соответствующий вектор вполне доступно на базовом уровне изучения математики и проясняет способы построения графиков не только вышеуказанных зависимостей, но и трансцендентных функций линейного аргумента.

Начала математического анализа на базовом уровне школьного курса, по нашему мнению, должны, по прежнему, включать в себя:

- понятие предела, приращений функции и производной;
- геометрический смысл производной и уравнение касательной;
- применение производной к исследованию функций и нахождению наибольших и наименьших значений функций на отрезке.

Вводя понятие предела, как нам представляется, достаточно ограничиться следующей «динамической» его моделью: число A есть предел функции в точке a , если (при движении точки x по оси абсцисс к точке a) расстояние от значений $y=f(x)$ до A (на оси ординат) может быть сделано заданно малым, если только расстояние от x до a достаточно мало. Точная формулировка на языке «эпсилон- дельта», как правило, не воспринимается большинством учащихся, поскольку не подкреплено достаточным количеством примеров и не востребована в дальнейшем курсе.

Представляется также нецелесообразным рассмотрение на базовом уровне числа « e », «второго замечательного предела» и натуральных логарифмов по той причине невозможности выстраивания соответствующей доказательной базы; указанные понятия и факты понятия и факты, не имеющие в школьном курсе дальнейшего развития и приложений, воспринимаются учащимися как искусственно введенные.

В педагогических кругах продолжается дискуссия о целесообразности изучения начал стохастики. Если быть более точным, то основные споры относятся к объему изучаемых понятий фактов и уровне строгости их изложения. Есть и крайне радикальные мнения. Так, в проекте Концепции, подготовленного группой математиков МГУ [4], говорится следующее:

«Необходимо сдвинуть на более позднее время, а еще лучше, вообще убрать из базового математического образования весь материал, связанный с теорией вероятностей и математической статистикой, комбинаторикой, теорией множеств и логикой».

Практический способ урегулирования спорных моментов нам видится в *создании рабочих групп, состоящих из учителей математики и вузовских преподавателей по проведению соответствующей работы в части координации вопросов содержания.*

Эта координация должна происходить по выделенным направлениям

- классы гуманитарного профиля (изучение математики на базовом уровне)– направления гуманитарной профессиональной подготовки;
- классы естественнонаучных и экономических профилей (химико-биологических и др) – направления экономической и естественно -научной профессиональной подготовки;
- классы физико-математического профиля – инженерные направления;
- классы с углубленной математической подготовкой - профессиональная подготовка в области механико-математических наук и информационных технологий.

Вопросам разработки технологического и контрольного блока мероприятий по реализации идей Концепции в системе «школа-вуз» авторы намерены посвятить отдельную работу. Здесь отметим только, что мы рассматриваем технологические приемы укрупнения дидактических единиц

(УДЕ) и использования «компьютерной математики» как приоритетные, а тестовые формы контроля во всем их многообразии (включая задания с развернутым ответом) наиболее перспективными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концепция развития российского математического образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.math.ru/conc/vers/conc-3003.html (дата обращения 1.05.2014).

2. Аверина И. В., Нахман А. Д. Уровневая модель системы мероприятий по реализации концепции развития российского математического образования /Актуальные инновационные исследования: наука и практика» - № 1, 2014. [Электронный научный журнал] Режим доступа: <http://www.actualresearch.ru> (дата обращения 1.05.2014).

3. Нахман, А.Д., Иванова И.Ю. Содержательный аспект математической компетентности обучающихся: монография. Тамбов: ТОГОАУ ДПО «Институт повышения квалификации», 2013. 172 с.

4. Концепция развития российского математического образования. Проект МГУ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.msu.ru/science/mathobr.html> (дата обращения 1.05.2014)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Нахман Александр Давидович, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры общеобразовательных дисциплин ТОГОАУ ДПО «Институт повышения квалификации», доцент кафедры «Прикладная математика и механика» ФБГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», действительный член Международной академии естествознания.

e-mail: alextmb@mail.ru

Иванова Ирина Юрьевна, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин ТОГОАУ ДПО «Институт повышения квалификации»

e-mail: kafedra_ipk@mail.ru