

О содержании школьного математического образования и тестировании остаточных знаний

Академик РАО Подуфалов Н.Д.

Добрый день, уважаемые коллеги!

В предлагаемой Вашему вниманию статье автора доклада совместно с преподавателями Сибирского федерального университета Дураковым Борисом Константиновичем, Кравцовой Ольгой Вадимовной и Красноярского государственного педагогического университета Майером Валерием Робертовичем рассматриваются методологические и методические подходы к решению задач оптимизации содержания школьного математического образования.

Я специально использую термин «оптимизация», а не «развитие» или «совершенствование», поскольку хочу подчеркнуть, что к настоящему времени мы настолько «развили» содержание школьного образования в целом, что любой нормальный ребенок уже не в состоянии даже с помощью родителей качественно освоить его в полном объеме. Пора провести серьезную ревизию содержания школьного образования, в том числе и математического, определить приоритеты, выделить главное, убрать второстепенное. Это и есть оптимизация в моем понимании.

Сегодня, не вдаваясь в методологические вопросы, я хочу остановиться на некоторых, наиболее актуальных практических проблемах.

Прежде всего, необходимо отметить, что сейчас завершается формирование приоритетов развития российского государства и общества на период до 2030-35 гг. Они определены в ряде указов и поручений Президента РФ и направлены на научное, технологическое и цифровое развитие экономики и социальной сферы, часть из них уже конкретизирована в решениях Правительства РФ, в различных национальных проектах и государственных программах.

Важнейшая роль во всей этой деятельности отводится ученым и специалистам в области математики, информатики, информационно-коммуникационных технологий и естественно-научных направлений исследований, в первую очередь, математикам, программистам, физикам, химикам, биологам в содружестве с инженерами и технологами, профиль которых зависит от отраслевой направленности реализуемых проектов и программ.

Естественно, что фундамент этой большой работы закладывается школьными учителями и преподавателями высшей школы. Поэтому, сейчас должны в соответствии с общегосударственными приоритетами перестраиваться и приоритеты развития системы образования, в том числе, её базовой составляющей – системы общего образования. Следовательно, задача повышения качества математического (включая и информатику) и естественно-научного образования должна стать одной из наиболее приоритетных для общеобразовательных школ.

Сегодня я остановлюсь на вопросах повышения качества базового математического образования, поскольку ситуация с «продвинутым» математическим образованием, на мой взгляд, существенно лучше. Об этом свидетельствуют итоги участия наших школьников и студентов в различных международных олимпиадах по математике и программированию.

А для реализации государственных приоритетов, о которых я говорил, важна массовая качественная подготовка инженеров, технологов и высококвалифицированных рабочих. Понятно, что они могут вырасти только на основе качественной массовой подготовки школьников, и одну из ключевых ролей в этом играет математика.

Напомню, что задача оптимизации содержания школьного курса математики стоит остро уже много лет. Например, при разработке и утверждении в 2013 году Правительством Российской Федерации Концепции развития математического образования в Российской Федерации не удалось

достигнуть компромисса по перечню и содержанию разделов высшей математики, включаемых в школьный курс.

Прошло уже восемь лет, а дискуссии по этому поводу продолжаются. Более того, в настоящее время продолжается работа по адаптации для преподавания в школе ряда разделов дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики. Но вопросы целесообразности и возможности включения их в образовательные программы остается открытым даже для разработчиков, причем не только в базовую часть программы.

Много нареканий преподавателей математических кафедр вузов вызывает низкое качество знаний студентов по элементарной математике, обучающихся на направлениях, требующих серьезной математической подготовки. Одна из главных причин этого – существенное сокращение учебного времени, отводимого в школе на изучение разделов элементарной математики. Что касается высшей математики, то её всё равно «переучивают» в вузе.

Таким образом, проблемы повышения качества математической подготовки школьников практически по всем разделам курса математики требуют более глубокого анализа и принятия более эффективных и, возможно, радикальных мер.

Я не буду детально обсуждать необходимость увеличения времени на изучение математики и информатики – это отдельная сложная тема, отмечу только, что сейчас, в связи с поручением Президента РФ от 31 декабря 2020, появилась возможность её реального рассмотрения. В этом поручении поставлена задача обеспечения совершенствования преподавания учебных предметов «Математика» и «Информатика» в общеобразовательных организациях. Должен быть установлен их приоритет в учебном плане и скорректировано содержание примерных основных образовательных программ общего образования. Для нас это крайне важное поручение,

поскольку теоретически появляется возможность увеличить объем учебного времени, отводимого на эти предметы.

Сейчас на базе Института стратегии развития образования РАО по «запоздалому» поручению Минпроса России создана Рабочая группа для подготовки предложений по выполнению данного поручения Президента РФ. Я направил свои предложения по организации Рабочей группы в ИСРО РАО, и они Вам тоже разосланы.

Кратко остановлюсь на них. Предложения Рабочей группы должны содержать как краткосрочные мероприятия, направленные на решение наиболее острых вопросов по которым будут выработаны консолидированные предложения ученых, педагогов и работников органов управления образованием, так и долгосрочные, требующие проведения дополнительных исследований и экспериментальной проверки. В основном, последние мероприятия связаны с внесением существенных изменений в содержание курсов математики и информатики, широким использованием новых образовательных технологий, в частности, цифровых технологий.

Прежде всего, Рабочая группа должна провести детальный анализ учебного времени, необходимого для эффективного освоения курсов математики и информатики и реализации соответствующих требований ФГОС. С этой целью, в состав группы необходимо включить опытных школьных учителей и методистов, которые могут по всем разделам учебных курсов математики и информатики дать с учетом сложившейся практики преподавания обоснованные оценки требуемого времени на изучение каждого раздела.

Без этого невозможно выполнить поручение в части установления приоритета данных дисциплин в учебном плане, поскольку приоритеты дисциплин, главным образом, определяются распределением учебного времени между дисциплинами и, на мой взгляд, других эффективных критериев нет.

Таким образом, в предложениях группы должно быть четко и обоснованно сформулировано предложение с соответствующими расчетами о необходимости увеличения учебного времени, выделяемого в учебном плане на изучение, по крайней мере, математики. Одним из ориентиров может стать задача возвращения статуса-кво для математики. Тем более, что по сравнению с дореформенным временем в содержание школьной математики были дополнительно введены разделы с элементами высшей математики, а в результате последующих изменений время на изучение математики существенно уменьшилось.

Вторым аргументом по увеличению учебного времени должен стать тезис о том, что поручение Президента РФ, в целом, направлено на решение задач формирования систем искусственного интеллекта научными организациями и вузами, а их претензии и требования к качеству школьного математического образования обоснованы и хорошо известны. Причем эти требования возрастают с усложнением задач, связанных с развитием новых технологий и решаемых высшей школой.

Вторая важная задача Рабочей группы – проведение анализа содержания курсов математики и информатики с целью изыскания внутренних резервов повышения качества преподавания, в том числе выявление разделов второстепенных, на которых можно сэкономить учебное время и за счет этого увеличить время на изучение базовых разделов.

По-видимому, такой анализ нужно проводить отдельно по элементарной математике и по элементам высшей математике, а потом уже выработать интегральные предложения. При этом надо провести уточнение разделов высшей математики, которые целесообразно включать либо в базовый, либо в «продвинутый» (профильный) уровень общего образования.

Как было отмечено выше, важно учесть требования со стороны естественнонаучного, математического и инженерного направлений высшего образования к содержанию и качеству математической подготовки учащихся

общеобразовательной школы. Эти требования и претензии достаточно часто обсуждаются в научно-педагогической литературе, и я на них не останавливаюсь.

Поэтому желательно, чтобы в состав рабочей группы вошли специалисты, компетентные в отмеченных вопросах.

Не вызывает сомнений, что при реализации данной задачи не будет единодушия и придётся искать компромиссы. Учитывая многолетние споры и дискуссии ведущих ученых и преподавателей по вопросам содержания школьной математики, нужно будет найти некоторое промежуточное решение, которое не приводило бы сейчас к снижению качества математической подготовки учащихся и направляло бы усилия ученых и учителей на поиск более оптимального с точки зрения учета уровня психофизиологического развития детей и подростков и требований профессионального и высшего образования предметного содержания.

Третья задача – наметить общую схему дальнейшего развития образовательных технологий и методик и, в первую очередь, базирующихся на цифровых и сетевых технологиях. На мой взгляд, продвигаться по данному направлению будет проще, поскольку эта деятельность в последние годы проводится достаточно активно, а в педвузах и в школах есть хорошие достижения и более или менее понятно, как двигаться дальше.

В целом, нужно провести детальный анализ учебного времени, необходимого для эффективного освоения курсов математики и информатики, и, в конечном итоге, подготовить обоснованные предложения по внесению соответствующих корректив в учебные планы и программы.

Понятно, что наиболее эффективно повышать качество математического образования мы можем только по следующим направлениям:

- оптимизации содержания математического образования;

- совершенствования образовательных технологий;
- соответствующая подготовка учителей.

Продвижение по второму направлению сейчас проходит более активно. В первую очередь, это вызвано широким внедрением в учебный процесс цифровых и сетевых технологий, участием учителей-новаторов совместно с учеными и преподавателями высшей школы в разработке новых методик, основанных на принципах развивающего образования, компетентностного и деятельностного подходов, а также использованием учителями инноваций в своей педагогической деятельности.

Я имею ввиду не массовую погоню «за модой», а глубокие разработки, например, такие как система развивающего обучения математике в начальной школе, созданная коллективом ученых и практиков под руководством В.В. Давыдова и Д.Б. Эльконина.

Третье направление требует отдельного обсуждения, и я его сегодня не буду затрагивать.

Вопросы же оптимизации содержания общего образования практически не решаются и становятся всё более острыми, особенно на фоне перегрузки школьных учебных программ в целом и регулярного их дополнения различными новыми разделами.

Подводя итог вышесказанному, отмечу, что сейчас на первый план выдвигается решение задачи оптимизации содержания школьного математического образования, но естественно, с дальнейшей (или параллельной) разработкой образовательных технологий, обеспечивающих его эффективное освоение учащимися.

Учитывая динамичные процессы перехода системы образования на цифровую и сетевую парадигмы развития, при совершенствовании содержания образования и образовательных технологий мы также должны реализовать следующий принцип:

соотношение различных форм представления информации в учебнике и учебном процессе на основе цифровых средств (в том числе средств мультимедиа), включение обучающегося в активную деятельность по использованию информационных технологий, должны соответствовать наиболее эффективному восприятию и усвоению информации обучающимся с учетом уровня и особенностей его психофизиологического развития, при этом одним из главных критериев использования в образовании цифровых технологий должен быть критерий здоровьесбережения обучающегося.

Подчеркну, что здесь я специально использую термин «информация», а не «знания». Преподаватель пытается передать обучаемому свои знания, но для обучаемого их поток первоначально является информационным потоком и только потом, постепенно, он в процессе обучения и практической деятельности может превратиться в знания обучаемого. Поэтому важно на первоначальном этапе исследовать именно информационные потоки, а для этого уже имеются достаточно развитые методики и различные диагностические системы.

Процесс превращения информации в знания требует существенно более глубоких исследований и пока слабо исследован.

Понятно, что реализация этого принципа возможна только при объединении усилий и возможностей специалистов в области математики, педагогики, психологии, возрастной физиологии и ИКТ. Сейчас разработка многообразных компьютерных форм представления информации уже превратилась в мощную индустрию, а системные и комплексные исследования эффективности восприятия и усвоения информации для различных форм её представления разными возрастными группами детей и подростков практически не проводятся. Я думаю, что в нашей аудитории нет необходимости перечислять возможные негативные последствия сложившейся диспропорции.

Как показывает неопределенность ситуации с перечнем и содержанием разделов высшей математики в школьном курсе, мы пока не располагаем объективной доказательной базой для решения сложных вопросов, по которым имеются значительные расхождения позиций компетентных, весьма авторитетных и уважаемых в научном и образовательном сообществах ученых и педагогов. Аналогичные проблемы возникают и по ряду разделов элементарной математики. Но полагаться только на мнения, даже авторитетных специалистов, при решении вопросов, влияющих на судьбы молодежи и страны нельзя.

На наш взгляд, одним из основных реальных путей объективного разрешения таких противоречий и нахождения разумного компромисса является систематический анализ остаточных знаний, умений и навыков обучающихся по каждому разделу школьной математики, то есть создание системы тестирования, позволяющей выявлять неэффективные для изучения в школе разделы математики, либо неэффективные образовательные технологии и методики.

Естественно, что результаты этого анализа не должны напрямую определять «судьбу» тех или иных разделов школьной математики. Они нужны для нахождения консолидированных и объективно обоснованных решений по оптимизации учебных программ и планов.

Я использую термины «тестирование», «тесты», поскольку они достаточно универсальны и могут подразумевать как решение различных математических задач и проведение геометрических построений, так и ответы на поставленные вопросы, причем не только математического характера, но и связанные с организацией учебного процесса, с психологическими характеристиками тестируемого и т.п.

Понятно, что главной задачей этих тестов должна быть задача определения уровня знаний, умений и навыков обучаемого по всем разделам школьной математики. Задача выявления уровня развития мышления – это

отдельная сложнейшая задача и, на мой взгляд, она может эффективно решаться только при собеседовании школьника и учителя.

Хотя, в недалеком будущем, скорее всего на основе систем искусственного интеллекта, могут быть созданы тестовые системы, позволяющие определять уровень развития мышления ребенка, школьника. Но сейчас таких систем нет.

При разработке методики тестирования нужно определить показатели, по которым будут оцениваться уровни остаточных знаний, умений и навыков, а также их пороговые значения, при достижении которых необходимо рассматривать вопрос об исключении раздела или темы из программы, либо о внесении существенных изменений в методики его преподавания.

Учитывая значительный опыт проведения ЕГЭ и других тестовых оценок знаний школьников, разработка тестов в части оценки знаний, умений и навыков в области математики не представляет больших сложностей. Важно только определить разделы программы (наиболее важные темы), подлежащие оценки, и включить в тесты соответствующие задания по каждому разделу. Определять же пороговые значения придётся экспертным путем, по мере накопления данных по итогам тестирований.

Более того, на мой взгляд целесообразно перенацелить на решение этих вопросов саму систему ЕГЭ. Я думаю, что в результате реформирования системы ЕГЭ, она всё же должна перестать играть роль главного фактора при зачислении абитуриентов в вузы и стать только одним из сопутствующих факторов. Иначе нам не избавиться от пороков этой системы, которые постоянно критикуются в образовательном сообществе. В этом случае, накопленный опыт будет весьма полезным. Надо будет только проводить дополнительное тестирование среди абитуриентов и первокурсников.

При дальнейшей разработке тестов желательно включать в них также задания и вопросы, позволяющие оценить степень влияния на качество знаний и умений учащихся таких факторов как дефицит учебных часов,

отводимых на изучение тех или иных разделов или тем, не всегда надлежащее обеспечение учебного процесса методическими материалами и методиками и, самое сложное, несоответствие содержания раздела или темы возрастным способностям и особенностям психофизиологического развития школьника. Важно определить заинтересованность обучаемого в изучении тех или иных разделов математики.

Таким образом, целесообразно привлекать к разработке тестов также и специалистов в области психологии, работающих в сфере образования.

Сложными являются вопросы оценки квалификации учителя, поскольку включение их в тесты может вызвать негативное отношение к тестированию в педагогических коллективах и тем самым создать дополнительные препятствия в его организации. По-видимому, целесообразно на данном этапе их не включать. Тем более, что при достаточно больших выборках при проведении тестирования индивидуальные качества учителей и учащихся должны «усредняться», нивелироваться.

При принятии организационных решений по итогам анализа необходимо проведение педагогических экспериментов, в основном, при внесении существенных изменений в содержание образования или широком внедрении новых образовательных технологий, особенно цифровых.

Хочу подчеркнуть, что мы сознательно главное внимание уделяем ЗУНам.

В ряде научных работ по педагогике развивается тезис о том, что «в информационно-образовательной среде главным становится не овладение учащимися системой знаний, умений и навыков, а способность самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в информационно-образовательной среде, приобретать, реструктурировать, применять, переводить из одной формы в другую информацию (из вербальной в

визуальную, из текстовой в табличную, в форму диаграмм), создавать ее самостоятельно».

На наш взгляд, если следовать логике обучения, то вначале ученик должен качественно освоить некоторый необходимый объем предметных знаний и сформировать соответствующие навыки и умения и только потом он будет способен осуществлять виды деятельности, перечисленные в данном тезисе. И при обучении, и при проведении научных исследований новые знания возникают только на фундаменте ранее полученных знаний. Отсюда видно, что является главным, первичным, а что вторичным.

В этом плане естественно возникает задача проведения исследований, позволяющих определить необходимые объемы «первичных» знаний и умений для «запуска» процессов, описанных в данном тезисе. Поэтому реализация данного тезиса без проведения соответствующих исследований несет определенные риски.

Важнейшую роль в решении этой задачи тоже должно сыграть наше математическое сообщество учителей, преподавателей и ученых. Скорее всего здесь нам опять придется искать разумные компромиссы и проверять их при проведении соответствующих педагогических экспериментов.

Отметим важнейшую роль и учителя, и учебника в формировании данных «первичных» знаний, умений и навыков. В этот период функции учителя далеко не сводятся только к «навигации» и «тьюторству».

Тем не менее, не вызывает сомнений, что к концу обучения молодого человека в общеобразовательной школе вышеприведенный тезис должен быть реализован в максимально возможной степени.

Для реализации принципов развивающего образования при определении содержания учебников, целесообразно предусматривать возможность его применения творческими учителями с учетом зон ближайшего развития обучающегося по Л.С. Выготскому, в частности,

приводить для каждой изучаемой темы достаточно широкий спектр примеров и задач различного уровня сложности, дифференцируя их явным образом в тексте по уровню сложности. Это облегчит поиск учителем подходящих заданий или самостоятельный выбор самими учащимися.

В заключение остановлюсь на некоторых вопросах организации тестирования знаний, умений и навыков учащихся, абитуриентов и студентов.

Для решения указанных задач на данном этапе преподавателями математических дисциплин Сибирского федерального университета были разработаны тесты, позволяющие выяснить уровень знаний, умений и навыков школьников по курсу математики по итогам обучения в школе, а также с учетом возможности их использования при тестировании абитуриентов и студентов первого курса. Тесты размещены в материалах Международной научно-практической интернет-конференции «Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе», проведенной в апреле текущего года МПГУ.

Поскольку при проведении исследований планируется оценка «остаточных» знаний в разные периоды обучения, то естественно за основу были взяты задания из задачника «Алгебра и начала математического анализа», под редакцией А.Г. Мордковича, который используется в большинстве школ.

Произведена первичная апробация тестов в ряде школ Красноярского края. Сейчас проводится доработка тестов и осенью текущего года планируется тестирование абитуриентов, поступающих в Сибирский федеральный университет на инженерные направления подготовки.

Мы надеемся на развитие сотрудничества с учителями, преподавателями вузов и научными работниками, занимающимися или интересующимися данной проблематикой. Нам важны конструктивная критика и предложения по совершенствованию системы тестирования и

содержанию самих тестов. Важно, чтобы тестирование проводилось в различных регионах и вузах и тесты были не «местечковыми», а федеральными, тогда они помогут в решении проблем повышения качества школьного математического образования.

С этой целью, к моему докладу прилагаю вышеупомянутую статью и первый вариант разработанных тестов, которые были опубликованы в трудах отмеченной конференции.

Благодарю за внимание!