

Концепция развития российского математического образования

Основное содержание

Версия 13 февраля 2013

Оглавление

Математика в современном мире и ее значение для России	4
Области математической деятельности и математического образования	4
Общая проблематика системы образования и ее места в обществе	5
Цели и содержание общего и профессионального математического образования	6
Информирование общества о состоянии математического образования	7
Информационные и коммуникационные технологии – важнейший фактор развития математического образования в ближайшем будущем	8
Ключевые компоненты системы математического образования и направления их развития	9
Педагог-математик – основной фактор качества математического образования	9
Непрерывное образование математических лидеров и их роль в системе образования	11
Общественная миссия математика-профессионала и педагога-математика	12
Приложение в математическом образовании научных результатов в области педагогики и психологии и мирового опыта	13
Математика как элемент общей культуры, функциональной грамотности и повседневного применения. Математическое просвещение	14
Математика в общем образовании	15
Математика в среднем профессиональном и высшем образовании	17
«Профессиональный» и «общий» бакалавриат	17
Подготовка педагогов	18
Подготовка педагогов дошкольного и начального образования	18
Подготовка учителей-математиков	18
Математика в дополнительном профессиональном образовании учителей	20
Подготовка преподавателей, готовящих учителей, и преподавателей, повышающих их квалификацию	20
Преподаватели математики для высшего не педагогического образования	21
Подготовка математиков	21

	2
Математический бакалавриат	21
Математическая магистратура	22
Математическая аспирантура и математические исследования	22
Кадровая мобильность	23
Математический компонент в прочих направлениях подготовки	23
Оценка деятельности, аттестация кадров и аккредитация институтов	24
Управление содержанием математического образования	24
Направления действий	25
Усиление кадрового потенциала	26
Укрепление и расширение институтов математического образования	27
Модернизация содержания и методов математического образования	28
Формирование и использование системы измерения качества образования и управления качеством	30
Массовая и профессиональная информационная математическая среда	30
Риски и способы их снижения	31
Риск недостаточного ресурсного обеспечения	31
Риск регресса или застоя. Риск отторжения значительной частью профессионального сообщества	31
Риск несоответствия квалификации преподавателя новым образовательным задачам	32
Риск подгонки нивелирования лучших общеобразовательных учреждений	33
Риск невостребованности результатов образования	33
Риск экстенсивного развития	33
Риск некорректного использования индикаторов	34
Индикаторы результата	34
Механизмы и регламенты измерений	34
Список показателей	34
Резюме ключевых идей	35
Приложения	36
Математическая компетентность отдельных категорий граждан России	36
Государственная поддержка математики	38
Проблемы российского образования	38
Тенденции и направления развития содержания математического образования	40
Оценка роли математики и математического образования в мире	41

Педагогические исследования, нашедшие применение в российском математическом образовании	43
Профессиональный стандарт учителя математики и информатики	43
Введение	43
Роль учителя	45
Предпосылки работы учителя	45
Предметная компетентность учителя математики и информатики	45
Общепедагогическая компетентность учителя математики и информатики	48
ИКТ в математическом образовании	49
Инструменты математической деятельности	49
Информационная среда образовательного процесса	50
Информационная среда и проблема качества образования	51
Белая книга математического образования детей в России	52

Математика в современном мире и ее значение для России

Способы логического рассуждения, планирования и коммуникации, моделирования реального мира, реализуемые и прививаемые математикой, являются необходимым элементом общей культуры с более чем трехтысячелетней историей.

Математика лежит в основе всех современных технологий и научных исследований, является необходимым компонентом экономики, построенной на знании. Создание современных информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) является, прежде всего, математической деятельностью.

Математическое знание, математическая компетентность пользовались большим уважением в России в последние столетия. Российская математика была сильнейшей в мире во второй половине XX в., в частности, оборонный паритет достигался за счет вклада советских математиков, компенсировавшего отставание в компьютерной мощности. Математика, включающая прикладную математику и информатику, может обеспечить конкурентные преимущества экономики РФ в XXI веке (и имеет для этого, при соответствующих вложениях, наибольшие шансы среди всех отраслей науки).

Для всех граждан России математическая грамотность является необходимым элементом культуры, социальной, личной и профессиональной компетентности. Для деятельности различных групп профессионалов, в том числе: специалистов по приложениям математики, педагогов-математиков, профессионалов в области ИТ, важны свои виды и уровни математической компетентности, как и всеобщая математическая грамотность. Наконец поддержание этой компетентности, как и развитие математического образования, требуют деятельности математических лидеров, включенных в создание ключевых элементов современной мировой математики. Таким образом, общенациональная математическая компетентность складывается из взаимосвязанных и равно важных элементов. (См. Приложение «Математическая компетентность отдельных категорий граждан России»).

Математика может стать важным элементом национальной идеи России XXI века, основой инновационно-технологического потенциала и полем наиболее эффективных инвестиций (см. Приложение «Государственная поддержка математики»). Математическое образование должно фактически явиться предметом государственной программы (возможно, интегрированной в другие госпрограммы).

Любое стратегическое направление развития страны будет требовать высокого уровня математического основания и сопровождения.

Области математической деятельности и математического образования

Основными областями математической деятельности являются:

- фундаментальная математика
- прикладная математика
- создание ИКТ

- профессиональное применение математики (в том числе ИКТ как математических инструментов)
- общечеловеческое применение математики

Элементы математической деятельности присутствуют в работе педагогов-математиков. Математическая компетентность формируются благодаря их работе.

Для последних десятилетий характерно расширение сферы применения математических методов, в частности, к таким традиционно гуманитарным областям, как лингвистика, история, психология, политические науки, гуманитаризация самой математики. Будет продолжаться активное использование математики во всех естественных науках и всех областях инженерного дела. Математические методы и их реализация в ИКТ радикально изменили характер современной войны, соответствующая компетентность является ключевой для военнослужащего. Все это существенно для повышения авторитета математики, в том числе – и при выборе образовательного пути.

Общая проблематика системы образования и ее места в обществе

Ряд принципиальных вопросов, относящихся к развитию математического образования, не может быть решен внутри него и требует обращений к общей проблематике системы образования и развития России. Эти вопросы затронуты в концепции, точка зрения математического сообщества на них находит отражение в приложениях к концепции (см. Приложение «Проблемы российского образования»).

Решения, найденные в математическом образовании, могут получить распространение в других сферах.

Цели и содержание общего и профессионального математического образования

Приоритетные цели общего (дошкольного и школьного) математического образования – это развитие способностей к:

- логическому мышлению, конструированию, коммуникации и взаимодействию на широком математическом материале (от геометрии до программирования);
- поиску решений принципиально новых математических задач, эксперименту и наблюдению, формированию внутренних (мысленных) представлений и моделей для математических объектов, формулированию и проверке гипотез, преодолению интеллектуальных препятствий;
- реальной математике: математическому моделированию (построению модели реальности и интерпретации результатов), применению математики, в том числе, с использованием ИКТ.

Принципиальную роль в школьном образовании играет «воспитание математикой», формируемые ей: интеллектуальная честность, умение выразить свою точку зрения и готовность понять другого, способность к преодолению трудностей, любовь к труду, уважение образованности.

Указанные цели и особенности общего математического образования продолжают и трансформируются в высшем, с различиями, связанными с направлением подготовки.

Важной чертой отечественного математического образования является центральная роль самостоятельного решения задач, в том числе – принципиально новых, неожиданных, находящихся на границе возможностей ученика. Школьная математика была и остается областью, в наибольшей степени выражающей активный, деятельностный приоритет, в отличие от пассивного запоминания фактов. Поддержание этого приоритета, его реализация при освоении приложений математики, математического компонента во всех направлениях высшего образования, является важнейшим базовым принципом Концепции.

При сохранении указанного приоритета, цели следующего уровня детализации и пути их достижения будут существенно меняться в течение ближайших десятилетий. В разделе «Информационные и коммуникационные технологии – важнейший фактор развития математического образования в ближайшем будущем» и Приложении «ИКТ в математическом образовании» говорится о направлении этих изменений, которое, видимо, будет основным.

Для математического образования всегда был характерен процесс формирования технических навыков – от сложения дробей до взятия интегралов. Такое формирование идет и в современном математическом образовании. Разница в том, что:

- технический навык всегда рассматривается не как завершающая образовательная цель, а как инструмент в решении осмысленных задач, в ходе решения которых, он, в основном и формируется

- имеется возможность использовать, в зависимости от решаемых образовательных задач, те или иные средства ИКТ для технической работы.

Безусловно, не менее важными являются процессы, идущие в самой математике, в том числе – не связанные непосредственно с ИКТ, вычислительной практикой и немедленными приложениями.

В образовательной перспективе многие из перечисленных выше направлений и тенденций развития ведут к включению в математическое образование, с самого его начала, более широкого круга задач, в том числе – традиционно относившихся к «развлекательной», «игровой» математике, более подробно, см. Приложение «Тенденции и направления развития содержания математического образования».

Информирование общества о состоянии математического образования

Состояние математического образования является важнейшим фактором, формирующим будущее страны. Общество должно получать полную и объективную информацию об этом факторе.

В предшествующие десятилетия информации бывало явно недостаточно, почти всегда она была негативной и часто – необъективной. Существенную ответственность за это несет само сообщество математиков и педагогов-математиков. Даже когда критика была объективной, она, наряду с позитивным эффектом всякого честного обсуждения, приводила и к негативному – падению престижа отечественного математического образования.

Среди других направлений информирования общества о математическом образовании в целом и его состоянии в отдельном учреждении важно обеспечить открытость данных: максимально полную картину об образовательных и жизненных траекториях граждан, получающих то или иное математическое образование. В частности, школа должна рассказывать о том, куда поступают ее выпускники, то же и для вуза – куда они идут работать. В свою очередь, выпускники должны рассказывать о своих школах и учителях и о роли математики в их карьере. Интернет обеспечивает для всего этого технологические возможности. Формирование традиции и культуры открытости внесет существенный вклад и в сравнительную оценку качества образования в различных организациях, а эта оценка может использоваться в программах поддержки педагогов и организаций.

Информация о качестве реально получаемого нашими детьми и молодежью математического образования должна относиться не только к «олимпиадникам» и выпускникам математических школ. Необходима объективная информация и о том, какого уровня достигает большинство (например, умеет ли 60% выпускников через год после окончания школы сложить две простенькие дроби) и о минимальном уровне.

Важным является и общественное представление об истории российского математического образования. Часто и в массовом и в профессиональном сознании происходит идеализация отдельных ее периодов: дореволюционного, тридцатых, пятидесятих годов прошлого века. Те, кому это действительно интересно, должны иметь возможность получить максимально объективную картину о преемственности, успехах и неудачах.

Определенная система клише и мифов существует и в отношении математического образования других стран, международных исследований (PISA, TIMSS), сравнении положения в России и за рубежом. И здесь можно и нужно дать обществу всестороннюю информацию: о том, как развивается математическое образование в других странах (в частности в Тихоокеанском бассейне, в рамках проектов АТЭС), по каким именно показателям математического образования мы опережаем другие страны и отстаем от них.

Примеры оценки роли математического образования в развитии различных стран приведены в приложении «Оценка роли математики и математического образования в мире».

Одним из первых шагов в перечисленных выше направлениях станет «Белая книга математического образования детей в России», см. приложение.

Информационные и коммуникационные технологии – важнейший фактор развития математического образования в ближайшем будущем

Важнейшие процессы в математическом образовании порождены ИКТ и определяются следующим:

- результаты образования будут использованы в мире, насыщенном ИКТ, благодаря ИКТ потребность в тех или иных результатах образования радикально изменилась за последние полвека;
- предметное содержание образования будет включать все больше элементов прикладной математики, информатики, «компьютерной математики» (в том числе – созданных для описания и исследования процессов мышления, коммуникации, деятельности человека);
- математическая компетентность будет формироваться в ИКТ-средах и с применением ИКТ-инструментов (например, систем визуализации, анализа данных, символьных вычислений, см Приложение «**Инструменты математической деятельности**»);
- математическая (как и вся образовательная) деятельность будет во все большей степени идти в информационной среде, обеспечивающей взаимодействие участников образовательного процесса, доступ к информационным источникам и инструментам, фиксацию хода и результатов образовательного процесса, возможность их автоматизированного анализа и внешнего наблюдения, индивидуальной диагностики продвижения обучающегося (см. Приложение «**Информационная среда образовательного процесса**»).

Сегодня имеется возможность для подготовки выпускника любого уровня образования, способного (с применением инструментов ИКТ) решать намного более широкий круг задач, чем это было 50 лет назад.

Современные ИКТ в сочетании с гибкими механизмами оплаты труда педагогов (в частности возможностью преодоления «межбюджетных перегородок») могут многократно увеличить результативность дистанционной образовательной деятельности по привлечению широкого круга учащихся к занятиям математикой, их подготовки к поступлению в лучшие университеты страны (как это, например, осуществлялось в Заочной математической школе начиная с 1960-ых гг.) и

продолжению обучения там. При этом дистанционный контакт с ведущими учеными и педагогами может сочетаться с тьюторской поддержкой местного вуза или иной образовательной структуры там, где живет обучающийся.

Существенную трудность в реализации потенциала ИКТ в математическом образовании представляет факт их маргинального положения сегодня и в деятельности большинства работающих математиков, и в деятельности педагогов-математиков. Можно ожидать, однако, что к концу первой четверти XXI в. отношение между математикой и ИКТ в образовании придет в соответствие с этим отношением во всей деятельности человека, инструменты ИКТ станут в образовании повседневными и повсеместными (там, где это полезно по существу), и проявится роль «бескомпьютерной» математической деятельности.

Ключевые компоненты системы математического образования и направления их развития

Математическое образование, как и математическая деятельность, имеет сложную структуру, включающую множество существенных взаимосвязанных компонентов. В эту структуру, входит, в частности, группа работающих математиков мирового уровня, финансирование которой составляет исчезающе малую долю от финансирования всей науки и образования, группа математических школ высшего уровня, финансирование которых также невелико, как доля от всего финансирования общего образования. Однако экономическим малозатратные элементы являются важными с точки зрения эффективности и качества всей образовательной системы и результатов ее работы.

Далее рассматриваются важнейшие компоненты этой структуры в варианте, который может быть осуществлен в ближайшее десятилетие. В ряде разделов: «Математика как элемент общей культуры, функциональной грамотности и повседневного применения. Математическое просвещение», «Педагог-математик – основной фактор качества математического образования» и др., дано описание желательного (и возможного) положения дел с математическим образованием в обществе, как уже осуществленного. Совершенно ясно, однако, что для достижения такого положения могут потребоваться значительные усилия и время.

Педагог-математик – основной фактор качества математического образования

В данном разделе профессиональные качества педагога-математика (которые могут для отдельных категорий профессионалов координироваться с профессиональным стандартом, см приложение «Профессиональный стандарт учителя математики и информатики») в целях ясности и краткости изложения сформулированы как уже имеющиеся, присутствующие (как только-что было отмечено). Безусловно, сегодня это – идеализация реального положения дел.

Основная задача педагога-математика – формирование у обучающихся модели деятельности, в частности – умения и готовности ставить и решать новые, ранее не встречавшиеся (отдельному человеку или человечеству) задачи в соответствующих областях. Педагог, учитель, преподаватель математики, независимо, независимо от того, в системе образования какого уровня он работает:

- сам делает то, чему учит;

- сам постоянно учится этому.

Наличие этих двух условий в наибольшей степени делает вероятным то, что он научит тех, кого он обучает (школьников, студентов, учителей и т. д.) тому же, а не только передаст им готовое «математическое знание» в форме системы определений, доказательств и рецептов.

В частности:

- преподаватель математического факультета классического университета сам публикуется в признанных математических журналах и выступает на математических конференциях; то же желательно и для преподавателей математических кафедр других вузов, где математическая подготовка наиболее существенна;
- преподаватель кафедры прикладной математики участвует в создании математических моделей (экономических, военных, инженерных и т. д.), имеющих реальное приложение в соответствующих областях;
- преподаватель, учащий программированию, участвуют в разработке программного обеспечения, которое реально используется;
- школьный учитель сам успешно решает олимпиадные задачки (не все, конечно) и осваивает новые, интересные для него разделы математики (на уровне популярных лекций и публикаций профессиональных математиков);
- преподаватель педагогического вуза сам работает в школе с разными категориями детей и сам умеет решать олимпиадные задачи.

Ясно, что достичь такого положения дел – не просто, но в этом должен состоять вектор изменений. В частности, следующим приоритетом после постоянной текущей активности, может быть активность в прошлом, в частности, ученая степень в соответствующей области. Для поддержания же текущей активности, нужны условия:

- поощрение – в форме учета при оплате труда, конкурсах на замещение вакантной должности
- оплата сопутствующих расходов – командирования на конференции (включая зарубежные), стажировки (в том числе – долгосрочные), подписку на электронные издания и доступ к базам данных, приобретение средств ИКТ (в том числе, инструментов деятельности – профессиональных пакетов), оплата приезда специалистов из других организаций, дистанционных курсов и программ (например, дистанционного получения отдельных кредитов или даже степени уважаемого университета)
- выделение грантов внутри самой организации на перспективные темы, естественно, с соответствующим контролем и поощрением результатов
- поощрение деятельности учеников педагога-математика, аналогично предыдущему п.
- планирование и отчетность

Все это, поимо прямого эффекта, содействует построению и поддержанию профессионального сообщества, объединяющего профессионалов одной образовательной области и тематики,

содействует укреплению «вертикальных» связей (например, для преподавателей вузов – с профессионалами высшего уровня, педагогами школ и СПО), «внешних» связей – с профессионалами, для которых преподавание не является основной деятельностью.

Особую важность имеет привлечение в сферу образования специалистов последней упомянутой категории. Например, для ведущих университетов – это сотрудники РАН. Для них соответствие указанным выше двум условиям является очевидным профессиональным требованием. Однако, педагогическим талантом и готовностью «выйти к доске» обладают далеко не все профессионалы в соответствующих областях математической деятельности. Задача системы образования – информировать профессиональное сообщество о возможностях работы в образовании, сделать такую работу привлекательной, комфортной и увлекательной. Разумеется, нужно извлекать и максимальную пользу из каждого такого контакта, например, записывать и размещать в интернете лекции крупного ученого и т. д.

Категория педагогов-математиков – неоднородна. Помимо отличий, связанных с уровнями образования и направлениями подготовки, есть и различия связанные с умением работать с различными категориями обучающихся, например, на уровне общего образования: от детей с ограниченными возможностями здоровья до высоко-мотивированных и талантливых. Однако задача всего математико-образовательного сообщества – обеспечить каждому ребенку индивидуальное математическое развитие.

Качество работы и квалификация педагога-математика проверяются, в первую очередь, независимой экспертизой с помощью анализа деятельности, которая может быть зафиксирована в информационной среде. При необходимости для определения квалификации используются процедуры выполнения заданий (требуемого от успешных обучающихся), комментирования и оценивания педагогом предъявляемых ему образцов деятельности обучающихся.

Педагог-математик обладает свободой выбора содержания и методов обучения, отклонения от примерных программ. Степень этой свободы, как и свободы от внешнего контроля, увеличивается с ростом квалификации и качества работы педагога.

В настоящее время идет разработка профессионального стандарта учителя-математика, один из предварительных вариантов содержания стандарта приведен в Приложении «Профессиональный стандарт учителя математики и информатики».

Непрерывное образование математических лидеров и их роль в системе образования

Сформировавшаяся во второй половине XX в. модель российского математического образования использует высокую концентрацию в образовательных организациях и неинституциональных структурах (математические кружки, семинары, научные школы) ведущих педагогов-математиков, математиков-исследователей и высокомотивированных и проявивших математические способности обучающихся.

В систему российского математического образования нужно включить наиболее значительных математиков современности. Работая в международных центрах математических исследований и образования в России, они будут взаимодействовать со своими учениками и коллегами здесь и через них – с представителями всей российской математической школы. Эти представители, наряду с деятельностью в теоретической математике, будут широко привлекаться к работе в

прикладных областях и вовлекаться в преподавательскую деятельность в стране: в подготовку математиков, прикладных математиков, ИТ-профессионалов, педагогов-математиков, в общее и дополнительное образование, в математическое просвещение и т.д.

Формализацией данной установки может быть введение звания федерального профессора и национального профессора-исследователя. Присвоение такого звания на основе общероссийского конкурса влечет выделение долгосрочного финансирования, включающего помимо заработной платы (на мировом уровне) и доплаты «за звание», еще и оплату служебных поездок, высокую стипендию для аспирантов, отобранных профессором, необходимого вспомогательного персонала и т. д.

Особое место занимают общеобразовательные организации (школы, лицеи, гимназии, центры образования и т. д.) «высшей лиги», с углубленным, профильным изучением математики (и смежных дисциплин). Потенциал большинства выпускников этих школ достаточен для поступления на математический (или computer science) факультет любого университета мира. Если соответствующим образом складывается их личная судьба, то развитие такого потенциала в университетские годы внутри ведущей научной школы дает работающих математиков международного масштаба (конечно, необязательно лидеров). Эти школы сегодня являются национальным достоянием России и необходимо, чтобы внутри страны были созданы условия для реализации потенциала их выпускников. (Для нематематических школьных дисциплин сопоставимого по масштабам и важности для страны аналога нет, хотя роль и необходимость спортивных, художественных, музыкальных, хореографических школ очевидна.) Национальным достоянием России является и сообщество энтузиастов – математиков, учителей, студентов – наставников детей, мотивированных к изучению математики. Сложившееся естественным путем в течение многих десятилетий, ставшее благодаря постоянному притоку бывших учеников самовозобновляющимся, это сообщество ныне поддерживает уникальную в мире по объему, эффективности и общественной востребованности совокупность математических кружков, сезонных школ, личных и командных соревнований.

Создание наиболее благоприятных условий для поддержки и развития ведущих общеобразовательных школ и наставников, минимизация барьеров и ограничений, достойная поддержка государства будут важным направлением реализации Концепции. Одним из нормативных закреплений их роли может быть введение статусов, аналогичным статусам сильнейших вузов (федеральная школа, национальная исследовательская школа – имеется в виду школа, где идут педагогические исследования, и т. д.). Соответствующий статус – федерального учителя, национального учителя-исследователя может присуждаться и учителю, и наставнику. Позитивный опыт этого в нашей стране имеется.

Для обеспечения наиболее полной интеграции российской исследовательской и образовательной среды в мировую, необходимо стимулировать российские математические журналы, к вхождению в число индексируемых международными базами данных и повышению уровня цитируемости.

Общественная миссия математика-профессионала и педагога-математика

Условием значимого изменения ситуации в области математического образования является участие в нем математиков-профессионалов (в том числе – профессионалов в области прикладной

математик и ИКТ) не только в традиционных ролях профессора университета, оппонента по диссертации и рецензента рукописи журнальной статьи, но и в качестве просветителя: лектора массовой аудитории интернета, автора популярной книги или статьи. Также крайне необходима функция профессионала – рецензента учебника и вузовской программы, эксперта, оценивающего предложения настоящей Концепции. Тщательная и качественная работа высококвалифицированных экспертов должна быть соответственно оплачена, но готовность принять участие в экспертизе базируется не на оплате, а на профессиональном и общественном долге. Не менее, чем экспертная работа, важна и работа по коллективному формированию видения и ключевых документов, это видение отражающих, в том числе – и перспективных, на десятилетия вперед. Помимо Концепции, к таким документам, например, относятся образовательные стандарты, существенна выработка общих решений, например, по вопросу о процедурах реализации нескольких уровней ЕГЭ, ежегодных («переводных») школьных экзаменов и т.д.

Также существенно и привлечение к экспертной и концептуальной работе педагогов-математиков.

В целом ряде направлений существенна (а в некоторых – необходима) роль иностранных экспертов. Работу по привлечению широкого круга авторитетных независимых экспертов следует вести систематически, расширяя и обновляя их круг, обеспечивая эффективность их работы (в частности – службу перевода).

Целесообразно привлечение не только отдельных экспертов, но и профессиональных ассоциаций, союзов и т. д.

Все предлагаемые в программе мероприятия и конкурсы будут проходить публично с привлечением профессионального сообщества, в частности для экспертизы планов, проектов, промежуточных этапов и результатов. Качество и открытость экспертизы, обычно не достигаемые в России, являются необходимыми условиями реализации Концепции.

Приложение в математическом образовании научных результатов в области педагогики и психологии и мирового опыта

Прямое влияние педагогической, психологической науки, сегодняшних когнитивистских исследований на массовое математическое образование всех уровней в России невелико. Такую ситуацию, однако, нельзя считать неизбежной. Как показывают и мировой опыт, и отдельные российские прецеденты, результаты научных исследований в указанных областях могут иметь важное практическое применение, в том числе – при работе с особыми категориями детей. То же можно сказать и о работе по совершенствованию практики математического образования (а также образования в области математики, естественных наук и технологии) идущей в различных странах.

Концепция предполагает формирование рабочей группы, включающей практических работников образования с опытом работы с различными категориями обучающихся (как по возрасту и уровню образования, так и по уровню общеинтеллектуального и математического развития и способностей), профессиональных математиков, специалистов в сфере ИКТ, ученых в области педагогики и психологии. В задачу этой группы войдет критический анализ российских и зарубежных практик и теорий математического образования с точки зрения их приложения в российском образовании XXI века, продолжение перспективных линий исследования. Ряд

возможных направлений для рассмотрения охарактеризован в Приложении «Педагогические исследования, нашедшие применение в российском математическом образовании». Наряду с ними, могут быть, например, рассмотрены теоретические работы В. Крутецкого, практическая реализация в развивающем обучении построений Л. Занкова и Д. Эльконина – В. Давыдова, возможности теоретического осмысления практики работы с высоко-мотивированными детьми школы Н. Н. Константинова. Результаты этой деятельности могут оказаться существенными не только для математического образования.

Математика как элемент общей культуры, функциональной грамотности и повседневного применения. Математическое просвещение

Умение применять математику, в том числе – использовать математический подход в рассуждении, обосновании, аргументации, планировании, в пространственных построениях, численных оценках, необходимо предполагать и требовать на различных рабочих местах, как элемент профессионального стандарта. (Сегодня арифметическая грамотность не входит в квалификационные требования к главному бухгалтеру.)

В массовом сознании математическая компетентность станет одним из основных показателей интеллектуального уровня человека, неотъемлемым элементом культуры и воспитанности, будет естественно интегрироваться в общегуманитарную культуру. Станут общепринятыми интерес и уважение к математической деятельности, установка на ценность индивидуальной и массовой математической культуры и образованности, на критическую важность профессиональной математической деятельности и ее результатов для информационной, технологической, военной безопасности. Соответствующее отношение к математике родители будут формировать в семье (в том числе, и помощью в решении математической задачи).

Элементы математического просвещения (в том числе – в форме занимательных задач, игр, головоломок, телеконкурсов) насытят среду обитания, интегрируются в массовую культуру (вплоть до настенных календарей, социальной рекламы и телешоу). Поддержание математической формы, интерес к последним достижениям в математике и ее приложениях станут социально значимыми и престижными. Решение математической задачи, условие которой размещено на автобусной остановке или в вагоне метро, станет национальной особенностью. Форматы математических соревнований могут включать блиц-ответы по телефону, брейн-ринги, дистанционные командные турниры.

Детские математические соревнования, в том числе – игры с математическим содержанием (к которым относятся шахматы, шашки, домино...) как имеющие формальный статус, так и неформально поддерживаемые профессиональным сообществом, будут вызывать не меньший интерес, чем любые другие конкурсы молодых талантов.

Необходима последовательная правдивая и деликатная популяризация:

- наиболее значительных фигур российской математики и ее приложений (Эйлер, Лобачевский, Ковалевская, Чебышев, Колмогоров, Келдыш...),

- российского математического образования, в том числе – работы с одаренными детьми в десятках выдающихся школ по всей стране (Константинов, Гельфанд, Ершов),
- высшего образования в российских университетах,
- работы с учениками в России российских ученых высшей квалификации, даже если их основная профессиональная деятельность протекает за рубежом,
- значительных научных исследований, получивших государственную грантовую поддержку.

Будут расширены: создание, переиздание, перевод, производство и популяризация математической литературы и периодики для массового читателя (начиная с электронных форматов в интернете), страничек в журналах, материальных (реальных) и виртуальных игр и головоломок, разделов в музеях, приобретение соответствующих прав и патентов.

Школы, детские сады, учреждения дополнительного образования детей, высшего и дополнительного профессионального образования станут очагами математической культуры в обществе: доступная, яркая математика будет присутствовать в информационной среде городских пространств, помещений и сайтов, учебно-методические комплексы – включать материал для работы родителей с ребенком.

Математика в общем образовании

Принципиальной особенностью школьной математики (и, в большой степени дальнейшего математического образования) является необходимость всего предшествующего материала для освоения последующего (в других предметах это выражено в различной, но меньшей степени). В связи с этим принципиальную роль играет выявление и устранение «пробелов» в знаниях учащихся.

Математическая компетентность в школьном образовании формируется не только на уроках математики. Основное содержание современной дискретной математики сегодня осваивается в курсах информатики (или интегрированном курсе математики и информатики). При этом анализ данных (называемый «статистика») изучается в курсе математики (алгебры). Прикладная математика (в обычном российском смысле этого термина второй половины XX в.) является важным компонентом курса физики основной школы.

Для каждого ребенка необходимо индивидуально проектировать его «коридор ближайшего развития». Понятие «ребенок, не способный к математике» исчезнет из лексикона учителей, родителей, школьников и общества.

Особую роль приобретает создание условий, сред и ситуаций в дошкольном и начальном образовании, содействующих развитию логико-математических и коммуникативных способностей; использование математических, логических и стратегических игр, предметных и экранных сред, соревнований. Процесс реализации принципов современной педагогики, создания материальной и информационной среды, содействующей развитию математических способностей каждого ребенка, сейчас активно идет в России. Это особенно важно как с точки

зрения развития всех детей, так и для выявления и поддержки особых математических способностей, которые именно в математике могут проявляться и в раннем возрасте.

В основной школе интерес к математике будет поддерживаться в том числе и многообразием ее приложений, компьютерными инструментами и моделями. В т.н. системах содержания образования (представленных сегодня соответствующими программами и комплексом учебно-методической литературы) авторы математических компонентов системы должны разделять ответственность за математическое содержание и планирование его освоения в курсах физики и информатики (в частности, указываться как таковые в авторских коллективах учебников по другим предметам).

В старшей школе будет выделено три потока, обеспечивающих:

- базовую математическую компетентность для учащихся, недостаточно освоивших программный материал начальной и основной школы,
- широкую общекультурную программу математической подготовки для тех, кто показал хорошие результаты в основной школе, но не планирует дальнейшей специализации в областях, требующих математики,
- углубленное изучение математики для продолжения образования и дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе – в сферах образования, ИКТ, математических исследований.

Как было подчеркнуто в разделе «Непрерывное образование математических лидеров и их роль в системе образования» среди школ, реализующих третье направление, выделяются лидеры, критически важные для формирования математического будущего страны.

Педагоги-математики массовой общеобразовательной школы обязаны обладать математической компетентностью, существенно превосходящей максимум, ожидаемый от большинства учащихся соответствующих ступеней.

Лучших учащихся, обладающих устойчивой и результативной мотивацией, нужно обеспечить:

- высококвалифицированными педагогами в своей школе, или
- возможностью обучения в специализированной школе для детей с той же мотивацией и соответствующими педагогами, или
- бесплатным основным, дополнительным и неформальным математическим образованием необходимой глубины, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий.

Учащихся с низкими академическими результатами, с «накапливающимся незнанием», с ограниченными возможностями здоровья, пропустившие занятия по болезни, недостаточно владеющие русским языком нужно обеспечить тьюторской поддержкой, которая позволит им вернуться «в основной поток». Особо нужно обратить внимание на бесплатную тьюторскую помощь детям из социально-незащищенных семей. Тьюторская помощь важна как для повышения гарантированного минимума математической компетентности в обществе, так и для повышения эффективности обучения основной массы учащихся.

Важным элементом, поддерживающим престиж математики и интерес к ней в обществе, формирующим мотивацию учащихся, обеспечивающей выявление наиболее перспективных из них, являются математические соревнования школьников, прежде всего – традиционные олимпиады. При этом для одних детей нужно использовать соревновательную, конкурсную мотивацию, для других – реализовывать принципы «соревнование не с соперником, а с задачей», «выигрывают все».

Математика в среднем профессиональном и высшем образовании

Ключевым вопросом развития математического образования является подготовка педагогов, в первую очередь для общего образования. В настоящем разделе мы, считая этот вопрос центральным, последовательно рассмотрим:

- «профессиональный» и «общий» бакалавриат
- математический компонент в подготовке педагогов-математиков (независимо от вуза, где она идет):
 - подготовку педагогов детских садов и начальной школы (они получают универсальное образование, включающее и математический компонент)
 - подготовку учителей математики
 - подготовку преподавателей математики для профессионального образования
 - математический компонент в дополнительном профессиональном образовании (повышении квалификации, переподготовке)
- подготовку математиков (включая, как это делается всюду в концепции – включая профессионалов в области ИТ)
- математический компонент в подготовке прочих профессионалов (помимо перечисленных выше).

«Профессиональный» и «общий» бакалавриат

В контексте Концепции должен быть решен вопрос о разделении потока подготовки бакалавров по ряду направлений на два различных: «профессиональный» и «общий». Профессиональный поток предполагает:

- высокие вступительные требования (и тем самым – высоко мотивированных поступающих)
- интенсивный образовательный процесс высокого уровня и с высокими требованиями, с возможностью перевода в общий поток
- высокую квалификацию и, возможно оплату, преподавателей
- стипендию, существенно превосходящую прожиточный минимум
- возможность кредитования под гарантии государства с постепенным погашением государством в случае работы в РФ по специальности

- гарантии трудоустройства по специальности (фактически, после первоначального этапа – конкурс работодателей) в случае достижения определенного уровня итоговой аттестации.

Общий поток предназначен для студентов, продолжающих свое общее образование и восполняющих его пробелы, получающих возможность для профессиональной деятельности, не требующей реально высокой квалификации. В отдельных случаях возможно прохождение аттестации и переход из общего потока в профессиональный.

Выделение указанных двух потоков может осуществляться по-разному. При достаточной численности студенты «профессионального» потока могут образовывать отдельную группу, но возможна и подготовка небольшого количества студентов по индивидуальному «профессиональному» учебному плану. Такая подготовка может осуществляться с привлечением сетевых дистанционных преподавательских ресурсов, коллектив вуза на месте может осуществлять, в основном, тьюторские функции.

Возможно, что для некоторых педагогических направлений подготовки среднее профессиональное образование должно быть все «профессиональным» в указанном выше смысле.

Подготовка педагогов

Подготовка педагогов дошкольного и начального образования

Подготовка кадров для дошкольного и начального образования в части математики и информатики будет вестись на основе современного содержания, методик и технологий работы с детьми соответствующих возрастов. В эту подготовку будет включено освоение педагогом манипулятивов, материальных и материализованных (экранных, графических и т. д.), учебных ситуаций (в том числе – открытых исследовательских, игровых). Ее психолого-педагогическую основу составит современное развитие культурно-исторической психологии, отечественной теории учебной деятельности, конструкционизма и др. Педагоги для начальной школы и дошкольного образования будут получать современную математическую подготовку (включая решение задач), спроектированную в соответствии с задачами общего образования.

Подготовка учителей-математиков

Необходимо сформировать такую систему подготовки педагогов-математиков для общего образования, при которой:

- учителя будут вырастать из школьников, обладающих высокой математической компетентностью;
- студенты получают нужный объем деятельности: математической (решение «нестандартных» задач из элементарной математики – в первую очередь) и педагогической (работа с учениками, начиная с первого-второго курса), как основного компонента программ педагогического бакалавриата;
- для получения квалификации учителя при подготовке по программам физико-математического и технического бакалавриата студенты также будут получать нужный объем математической и педагогической деятельности (работы в общем и дополнительном образовании детей), для них будет обеспечен доступ к

фундаментальному предметному, психолого-педагогическому и методическому компоненту педагогического образования;

- выпускники вузов для присвоения квалификации учителя будут проходить «контроль на выходе» (анализ их работы в системе образования и внешний аттестационный экзамен).
- Успешные (прошедшие конкурсный отбор) выпускники бакалавриата, получившие квалификацию учителя, должны иметь гарантию приоритетного трудоустройства в общем образовании.

Таким образом, в педагоги будут идти выпускники «профессионального» бакалавриата в указанном выше смысле.

Прием в магистратуру и аспирантуру по направлению «Педагогическое образование (математика)» на бюджетной основе будет происходить, как правило, работающих учителей. Серьезная учеба должна сопровождаться снижением педагогической нагрузки, но не отражаться на материальном положении учителя. Для поддержки профессионального роста школа может сохранять неизменной зарплату учителя при снижении его нагрузки по сравнению с нормативной.

Обучение в магистратуре и его успешное завершение, гарантирует трудоустройство в общем образовании с основным видом педагогической деятельности – работой с высокомотивированными детьми, работой в системе подготовки педагогов для дошкольного и начального образования. Магистерские программы по направлению «Педагогическое образование (математика)» открываются ведущими педагогическими вузами, классическими университетами, организациями дополнительного профессионального образования при соблюдении жестких лицензионных условий и обоснованной потребности со стороны системы общего образования.

Возможным элементом в подготовке педагогических кадров высокой квалификации может быть педагогическая «ординатура-интернатура». Она проходит выпускником магистратуры в ведущих общеобразовательных учреждениях. После ее успешного окончания возможна работа в учреждениях этого класса, и, как второй вариант – работа в системе высшего педагогического образования, поступление в аспирантуру.

Масштабность требуемых в математическом образовании изменений требует тщательного изучения образовательной реальности и изменений в ней с привлечением разнообразного научного инструментария. Соответствующая научная деятельность и ее результаты диктуются потребностями российской школы и могут лечь в основу диссертационных работ (см. выше «Приложение в математическом образовании научных результатов в области педагогики и психологии и мирового опыта»).

Обучение в магистратуре по математическим специальностям (требования к соответствующим программам – ниже) может быть дополнено аналогично физико-математическому и техническому бакалавриату для получения квалификации учителя и предполагает те же перспективы трудоустройства в системе общего образования, что и для педагогической магистратуры в области математики, а также возможности для трудоустройства педагогом-математиком в системе профессионального образования.

Математика в дополнительном профессиональном образовании учителей

Дополнительное профессиональное образование (повышение квалификации, переподготовка) и методическое сопровождение должны обеспечивать повышение качества профессиональной деятельности учителя (включая качество решения им задач и анализа работ учащихся) и использовать фиксацию этой деятельности в информационной среде.

Необходимый уровень базовой математической компетентности (как и компетентности в языке преподавания) будет поддерживаться (и при необходимости – формироваться) у всех учителей.

В системе повышения квалификации не будет региональных бюджетных и иных перегородок, учитель будет выбирать содержание, форму, технологию и источник программы ДПО, использовать дистанционные технологии. Качество будет обеспечиваться механизмами саморегулирования.

Подготовка преподавателей, готовящих учителей, и преподавателей, повышающих их квалификацию

Качество преподавателей, обучающих будущих и сегодняшних учителей, является важнейшим фактором, определяющим качество работы школ, наряду с качеством тех студентов, которые приходят учиться в педагогические вузы.

Реализуемое повышение заработной платы преподавателей обеспечивает возможность введения высоких профессиональных требований к таким преподавателям. С точки зрения подготовки кадров эти требования могут включать:

- Успешное завершение программ «профессионального» бакалавриата
- Успешное завершение магистратуры в области математических наук
- Опыт высокого качества работы в общем образовании с соответствующей аттестацией
- Педагогическая ординатура
- Математическая или педагогическая аспирантура, защита кандидатской диссертации.

Необходимо участие педагогов математических кафедр, готовящих учителей, в образовательном процессе общего образования (в частности, в экспертизе заданий экзаменов 9-го и 11-го классов, проверке работ выпускников), и соответствие их аттестационным требованиям, предъявляемым к учителю.

Важнейшей задачей в ближайшие годы будет освоение работающими педагогами педагогических вузов, специалистами в области методики преподавания математики, преподавателями системы дополнительного профессионального образования, методистами:

- нового содержания математического образования
- практики его реализации в пилотных образовательных учреждениях,
- информационной среды образовательного процесса и других инструментов математической и педагогической деятельности.

За этим будет следовать их работа, вместе с учителями пилотных учреждений по повышению квалификации и переподготовке всех педагогов. Такой процесс является необходимым условием модернизации содержания образования.

Преподаватели математики для высшего не педагогического образования

В РФ квалификация «Преподаватель высшей школы» может быть получена, как дополнительная к высшему профессиональному образованию в результате профессиональной переподготовки (которая может идти параллельно с магистратурой или аспирантурой). Анализ соответствия этой квалификации реальным запросам освоения математического содержания студентами, должен быть проведен в ходе реализации концепции.

Подготовка математиков

Математический бакалавриат

Бакалавриат по любому математическому направлению должен обеспечивать базовую подготовку в следующих областях (в скобках даны поясняющие, а не исчерпывающие перечни):

- классическая математика (геометрия, линейная и общая алгебра, математический анализ, дифференциальные уравнения, вероятность)
- современная «дискретная» математика (комбинаторная математика, алгоритмы, логика, сложность)
- анализ данных и вычислительная математика (статистика, численные методы)
- программирование
- математическое моделирование (в областях по выбору вуза и обучающегося)
- цикл прикладной педагогики и психологии (по выбору обучающегося)

Соотношения этих частей может быть различным в соответствии с направлением подготовки, вузом, базовой кафедрой и выбором обучающегося. Однако этот выбор оставляет возможность в дальнейшем выбрать для своей деятельности (и/или продолжения образования) области:

- работы в прикладной сфере, требующей применения и построения математических моделей, анализа данных,
- работы педагогом,
- работы в коллективе алгоритмизаторов и программистов,
- работы в теоретической математике.

Программы «общего» математического бакалавриата могут предусматривать «восстановительный школьный» курс и значительный «отсев» в течение первого года обучения.

Математическая магистратура

Набор в математическую магистратуру должен идти преимущественно из выпускников, успешно закончивших программу «профессионального» математического бакалавриата.

Необходимым и важнейшим компонентом магистерских программ должна быть профессиональная деятельность обучающихся в составе коллективов, ведущих эту деятельность, как основную. Такой коллектив может быть:

- научной школой (ведущей активную публичную научную деятельность), работающей на базе вуза (или вузов), РАН и других исследовательских организаций,
- организацией, ведущей инновационную, разработческую деятельность в области приложений математики или информационных технологий.

Руководители магистерских программ должны вести активную научную деятельность на международном уровне, вовлекая в эту деятельность и студентов, в том числе, способствуя их участию в международных конференциях.

При этом указанные (внешние по отношению к вузу) организации несут часть ответственности (во многих случаях – и материальной) за качество процесса и результата подготовки, востребованность ее содержания и результатов, трудоустройство лучших выпускников. Одним из простейших, но не единственных вариантов является (традиционное для многих вузов, в том числе – для МГУ и МФТИ) совмещение должности профессора кафедры с должностью заведующего отделом или ключевого научного работника академического НИИ или отраслевого КБ (а теперь – все чаще – и коммерческого предприятия, корпорации).

Частью магистерских программ могут быть внешние курсы ведущих университетов, в том числе – зарубежных, и стажировки в них, мини-курсы, читаемые ведущими, в том числе – зарубежными, исследователями.

Одна из форм математической магистратуры может быть построена на базе опыта «инженерных потоков» мех-мата МГУ, когда-то игравших важную роль для многих направлений прикладных исследований, требовавших серьезного математического уровня специалистов.

Математическая аспирантура и математические исследования

- Для аспирантских программ, в еще большей степени, чем магистерских (в том числе – и в продолжение национальной традиции) центральную роль играет участие аспирантов в научных исследованиях. Такое участие может быть эффективным, если руководители программ ведут исследования на мировом уровне. Обучение в аспирантуре должно предусматривать
- Стажировки аспирантов в наиболее развитых университетах, в том числе заграничных.
- Привлечение зарубежных ученых и исследователей из индустрии для прочтения миникурсов.

Кадровая мобильность

Кадровая мобильность, важная в работе любого вуза, играет принципиальную роль в программах, обеспечивающих подготовку специалистов международного уровня. Для этого нужно:

- Создание постдоковских (трехгодичных) должностей, прохождение большинством исследователей после аспирантуры постдоковской стажировки в другом ВУЗе, институте, желательно за рубежом.
- Повышение открытости конкурсов на занятие вакантных позиций профессоров и доцентов; в частности, размещение конкурсных объявлений на едином общероссийском портале, обеспечение качественных условий проживания.
- Введение специальных позиций федеральных профессоров, занимаемых на основе общероссийских конкурсов;
- Выделение грантов для финансирования преподавательско-исследовательской деятельности на конкурсной основе.

Математический компонент в прочих направлениях подготовки

Содержание образования и педагогический потенциал для указанного компонента должны удовлетворять двум критериям:

- достаточный научный математический уровень,
- соответствие профессиональной области, к которой относится подготовка.

Эти очевидные условия сегодня выполняются далеко не всегда. Их обеспечение являются частью процесса реализации настоящей Концепции. В частности, предполагается, в дополнение к Федеральным государственным образовательным стандартам и профессиональным стандартам различных областей разработка обязательного минимума математической компетентности для выпускников отдельных направлений бакалавриата, магистратуры и для профессионалов соответствующих областей. Такой минимум будет ориентироваться, прежде всего, на задачи, которые приходится решать профессионалу в данной области с применением математических способов деятельности, например, логического рассуждения, числовой оценки реальных количеств, скоростей изменения, вероятностей.

Педагогические кадры, осуществляющие обучение предметам математического цикла, должны формироваться, в первую очередь, из числа лиц, имеющих специальное математическое образование.

В случае, если профессиональная область сегодня не обращается к математике за пределами школьного содержания, основным является общекультурное значение математики. Результатами обучения станут:

- уверенная математическая грамотность (в том числе — компенсация упущений общего образования),
- восприятие математики и истории ее развития как важнейшего историко-культурного феномена, обладающего интеллектуальной, эмоциональной, эстетической ценностью.

Оценка деятельности, аттестация кадров и аккредитация институтов

Наиболее простым способом оценки качества образовательного процесса (а через него – «качества» педагога, образовательного учреждения) является, объективная независимая оценка качества подготовки выпускников. Более полную и, во многих случаях – более важную оценку можно получить исходя не из абсолютного уровня выпускников, а из приращения их математической компетентности. При этом и само приращение должно сравниваться с «ожидаемым», «среднестатистическим» для данной категории обучающихся. Во многих случаях для данного подхода нет альтернатив и одним из важных направлений работы является создание соответствующего инструментария. Особую важность эта задача приобретает в условиях введения новой системы оплаты труда, где величина оплаты труда педагога должна зависеть от качества его работы. Но и в смысле оценивания работы учащихся, рассмотрение, во-первых, индивидуальных достижений, и уже во вторую очередь – «абсолютных» результатов, потребует радикального изменения установки педагогов.

При оценке качества (лицензирование, аккредитация) программ высшего образования по направлениям, предполагающим профессиональный математический компонент, и в конкурсах на замещение вакантных должностей математических кафедр вузов необходимо предусматривать требования к количеству публикаций в авторитетных научных изданиях.

Естественным требованием к основным преподавателям, обеспечивающим «общекультурный» математический компонент в программах высшего образования является магистерская степень или квалификация специалиста в области высшего математического образования, полученная в ведущем, «математически авторитетном» вузе.

Исходя из сказанного выше, математические кафедры, включая кафедры прикладной математики, программирования и т. д. могут пройти общественную «педагогическую аккредитацию» в качестве:

- Ведущих программы бакалавриата или магистратуры в области математических наук (включая ИКТ) с возможностью получения дополнительной квалификации учителя
- Ведущих программы бакалавриата по направлению «Педагогическое образование» (математика),
- Ведущих программы магистратуры по направлению «Педагогическое образование» (математика) для работающих учителей математики,
- Не ведущих программ в области математики или математического образования, но обеспечивающую возможность (в частности, совместно с педагогическим вузом, с применением дистанционных образовательных технологий и т. д.) получения квалификации учителя для выпускника.

Управление содержанием математического образования

Содержание математического образования в определенной степени регулируется стандартами, примерными и рабочими программами. Необходима модернизация всего этого аппарата, его общественно-профессиональная экспертиза, установление степеней свободы для участников образовательного процесса и механизмов их индивидуального расширения.

Введение единых механизмов государственной итоговой аттестации (в частности, экзаменов в общем образовании) для выпускников дало возможность для управления содержанием общего образования, как через учебную литературу, так и через учителя и напрямую адресуясь к учащемуся. Особо важным является то, что при наличии долгосрочных целей, можно осуществлять их постепенное достижение с заранее известным ориентирами. Например, уже сегодня в открытый банк заданий могут быть помещены задачи, для которых срок их использования на экзаменах указан: «через 5 лет», и учитель может вводить их в свою работу с учащимися постепенно.

Проблема формирования содержания не исчерпывается только стандартами, программами и заданиями итоговой аттестации. Учебники также, с одной стороны, слишком детерминируют содержание, с другой стороны не формулируют явно «многомерный» результат, например, уровень самостоятельности и безошибочности выполнения тех или иных заданий. В этом направлении требуется значительная работа.

Должны быть введены механизмы, обеспечивающие большую свободу образовательных организаций и педагогов в формировании содержания и выборе формы обучения, если они получают устойчиво высокие результаты, и, наоборот, разумную регламентацию и контроль в случае пониженных результатов, имея в виду, прежде всего – приращение абсолютных результатов.

В области высшего образования ведущие математические факультеты и их сотрудники должны получить значительную, тогда как в остальных случаях соблюдение стандартов должно стать необходимым условием лицензирования и предметом независимой содержательной экспертизы.

Законом установлено включение в федеральный государственный образовательный стандарт требований к условиям образования, в том числе – к оснащению образовательного процесса, к которому относятся все информационные источники (например, задачки в печатном виде и интернете), инструменты деятельности (например, системы геометрических и графических построений и символьных вычислений, обработки данных, программирования, см. **«Инструменты математической деятельности»**). Необходима разработка соответствующих функциональных педагогических требований к техносфере в области математического образования.

Направления действий

В данном разделе приведены основные направления и мероприятия реализации Концепции. Безусловно важным для реализации Концепции будет установление временных рамок («дорожной карты») и необходимых ресурсов, что будет предметом отдельных документов, опирающихся на Концепцию.

Необходимым направлением деятельности будет мониторинг состояния математического образования в стране, начинающийся с анализа его текущего состояния и исторической перспективы (см. Приложение «Белая книга математического образования детей в России»). В дальнейшем мониторинг будет охватывать независимую оценку динамики индикаторов реализации Концепции (см. раздел «Индикаторы результата»), но не ограничиваться ими.

Развитие математического образования в ряде своих направлений должно быть обеспечено спросом на соответствующих специалистов. Для этого необходимы инвестиции в

фундаментальные исследования и прикладную математику, в проектирование средств ИКТ (включая программирование), см. Приложение «Государственная поддержка математики». Эти инвестиции и их результативность должны быть прозрачными, проходить профессиональную экспертизу (см. «Общественная миссия математика-профессионала») и освещаться в СМИ.

С точки зрения финансирования развития математического образования оптимальной формой является сочетание поддержки в рамках федеральной государственной программы, государственных фондов (РФФИ, РГНФ) и негосударственных фондов. Различные формы финансирования позволят охватить необходимые секторы ключевых участников проекта (например, отдельных талантливых детей и педагогов).

Общими принципами такой финансовой поддержки являются следующие:

- Если педагогический коллектив для повышения качества математического образования затрачивает больше ресурсов, чем это полагается по нормативу, то эти затраты должны быть профинансированы. Например, кружок по математике в школе или повышенный уровень индивидуализации (работа с высоко-мотивированными или не русско-говорящими учащимися) должны получать дополнительное финансирование.
- Учреждения и педагоги, обеспечивающие подготовку обучающихся на мировом уровне должны получать финансирование на мировом уровне.

Необходимо выделение подпрограммы в госпрограмме развития образования, в которой будут предусмотрены, в частности, направления, содержание которых вытекает из предыдущего раздела Концепции «Ключевые компоненты системы математического образования и направления их развития». Ряд из них, после запуска и апробации будет нормативно и законодательно закреплён, как постоянные.

Усиление кадрового потенциала

В мероприятия этого направления входят (далее в перечислении всюду предполагается сфера математики):

- создание системы независимой аттестации педагогических кадров и выпускников высшего образования, претендующих на квалификацию учителя;
- планомерное, не форсированное проведение аттестации педагогических кадров;
- трудоустройство выпускников получивших квалификацию учителя, в частности, трудоустройство лучших выпускников для работы в школах, где обеспечивается повышенный уровень индивидуализации обучения учащихся с высоким уровнем мотивации и особыми математическими способностями;
- трудоустройство педагогов с пониженной квалификацией (установленной аттестацией) в соответствии с их возможностями, в частности их работа тьюторами после классных занятий; трудоустройство педагогов высшего образования в качестве учителей общего образования и т. д.
- разработка примерных учебных программ высшего профессионального образования, рассмотрение вопроса о внесении изменений в ФГОС высшего педагогического

образования, предусматривающих рост деятельностного компонента, в частности, работу с детьми;

- профессионально-общественная аккредитация программ, кафедр, факультетов, институтов высшего профессионального образования на соответствии современным критериям качества, к которым относится высокий уровень:
 - осваиваемых курсов (экспертная оценка материалов в интернете) и доступных материалов по курсам (библиотека, электронная подписка, доступ к интернету),
 - педагогов (наличие степени доктора и кандидата физико-математических наук), их исследовательской (публикационной, конференционной и т. д.) активности;
 - поступающих (анонимные интернет-перечни результатов вступительных испытаний – экзаменов и олимпиад),
 - выпускников (интернет-перечни мест работы выпускников);
- введение программ «профессионального» бакалавриата образования в области математики (с высоким порогом поступления и т. д., см. раздел «**Профессиональный**» и «**общий**» бакалавриат»).
- повышение вступительного порога по математике для поступления на программы бакалавриата образования;
- Приведение заработной платы педагогов высшего и дополнительного высшего профессионального образования в соответствие с их квалификацией и профессиональной активностью;
- введение звания федерального профессора и национального профессора-исследователя, присуждаемого на основе экспертной оценки достижений профессора и его учеников в соответствии с международными стандартами.

Перечисленные мероприятия требуют, с одной стороны, соответствующей нормативной базы (в том числе – методических рекомендаций), с другой стороны дополнительного финансирования.

Укрепление и расширение институтов математического образования

Следующие мероприятия должны быть обеспечены федеральным финансированием:

- Создание ряда научно-образовательных центров высшего уровня, начиная с центра на базе Международного математического института им. Л. Эйлера в Санкт-Петербурге, находящихся во взаимодействии со всей системой математического образования региона и страны, связанных с мировым сообществом и системой сетевого взаимодействия (дистанционных школ). Эти центры должны через несколько лет играть не меньшую роль в мировом сообществе, чем лучшие из их зарубежных аналогов, работа в них, участие в их деятельности должны стать не менее продуктивными и престижными, чем там. Для этого необходимо, по крайней мере, следующее: наличие в составе работников центра (на длительные периоды, или постоянно) математиков (прежде всего – российского происхождения) мирового уровня, условия оплаты, труда и проживания максимально

приближенные к условиям у «конкурентов» (а, «суммарно», возможно, превосходящие их).

- Создание и дополнительная поддержка – на конкурсной основе, в системе высшего образования и РАН центров, в которых будут работать (в том числе, с применением дистанционных технологий) ведущие математики (в первую очередь – российского происхождения), обеспечивающие научные исследования совместно с коллегами, постоянно проживающими в России, и педагогическую деятельность в России, в том числе – подготовку математиков – исследователей и педагогов для работы в ведущих университетах. Возможно создание международных центров (в частности, с международным директором), не связанных с уже существующими учреждениями.
- Развитие и создание, если необходимо, дистанционных математических курсов и программ для всех уровней образования, осуществляемых ведущими математическими образовательными структурами, в которых работники провинциальных российских университетов выполняют роль ассистентов, консультантов и тьюторов после того, как они сами успешно прошли аттестацию по этим курсам и программам.
- Поддержка программ магистратуры и аспирантуры математических наук, кафедр и факультетов, исследовательских центров, прошедших профессионально-общественную аккредитацию (см выше)
- В общем образовании – поддержка
 - функционирования общеобразовательных учреждений «высшей лиги» (федеральных, национальных исследовательских школ), специализирующихся и показывающих устойчивые результаты в области математики. Это финансирование должно обеспечить: повышенную индивидуализацию образовательного процесса (доказавшая свою эффективность модель нескольких педагогов-математиков в одном классе), всех успешно осваиваемых элективных курсов, математического компонента образовательного процесса, ведущегося таким учреждением в других образовательных учреждениях, их расширения, добавления интернатного компонента,
 - создания новых таких учреждений в регионах, где их нет.
- В дополнительном образовании детей – поддержка деятельности школ дистанционного математического общего образования в вузах, РАН, РАО, математических программ дополнительного образования для всех успешно осваивающих эти программы детей.

За счет регионального финансирования должна быть обеспечена возможность обучения в образовательных организациях с углубленным изучением математики талантливых детей и молодых людей, независимо от места их проживания, в том числе – за счет расширения интернатного проживания, использования высококачественной телекоммуникации, создания новых учреждений в регионах России, где формируется потребность.

Модернизация содержания и методов математического образования

Профессиональное сообщество (включающее математиков-теоретиков, прикладников, ИТ-специалистов, педагогов-математиков, исследователей педагогических проблем математического

образования) должно установить долгосрочные ориентиры для развития математического образования (например, на 5, 10 и 20 лет, с возможностью корректировки). В процессе постепенной модернизации содержания и методов математического образования необходимо соблюдать баланс «вечных» приоритетов и реальности современного мира. При этом в своих объемных показателях (число часов, кредитов и т. д. в учебных планах) математическое образование не будет сокращаться, а его качество будет расти. Опыт реформирования математического образования в нашей стране и в мире показывает высокую степень риска этого процесса, ключевого во всей реализации Концепции (см. также далее, раздел «Риски и способы их снижения»). Концепция предлагает следующие обязательные элементы развития содержания математического образования:

- профессионально-государственные решения о необходимых изменениях
- государственный заказ на изменения
- профессионально-общественная экспертиза последовательности материалов, реализующих изменения, каждый из которых должен соответствовать уже принятому предыдущему, например: стандарт, программа, образцы аттестационных материалов, аннотированный план учебника, сам учебник, результаты апробации и т.д.
- широкая апробация в образовательных учреждениях, массовое объективное обсуждение, постепенное и добровольное введение изменений, обязательное дополнительное профессиональное образование педагогов и руководителей, методическое сопровождение изменений; максимальная «безопасность» изменений с точки зрения перспектив дальнейшего обучения выпускников (поступления в вузы).

Необходимость изменений, управление ими, снижение рисков являются основными причинами государственной поддержки, в том числе – в форме грантов, перечисленных выше направлений.

Профессиональное сообщество педагогов-математиков будет формировать:

- открытые источники (в том числе – теоретический материал, аннотированные задания, проекты)
- требования к инструментам (для математических построений, вычислений, визуализации, эксперимента)
- стандарты и программы (в том числе – индивидуальные, авторские)

В частности, среди открытых источников будут иметься основные классические тексты учебной литературы, современная российская учебная литература (в случае получения грифа министерства — свободная для копирования с соблюдением авторского права), образцы зарубежных заданий по математике (и их переводы).

Все это будет использовано при проектировании аттестационных материалов и процедур, в свою очередь влияющих на содержание.

Одним из частных направлений является совершенствование различных форм государственной итоговой аттестации, в частности, использование инструментов ИКТ (которые применяются в

практической деятельности и учебном процессе) в ходе аттестации. Необходимо проработать вопрос о формате выделения профильного уровня экзаменов.

Направления подготовки и программы высшего образования получают конкретизацию, будут разработаны примерные программы математических курсов, от «общеобразовательных» до соответствующих потребностям конкретных предприятий и их групп.

Необходимо обеспечение образовательных учреждений информационными (программными) инструментами и средами математической деятельности (например, средами динамической геометрии или системами символьных вычислений, или программирования – в общем образовании), их технической и методической поддержкой. Основным механизмом – приобретение массовых лицензий на федеральном уровне.

Профессиональные сообщества и институты, в деятельности членов которых используется математическая компетентность, будут оценивать перечисленные выше компоненты содержания формируемые педагогами, будут самостоятельно вырабатывать процедуры и критерии оценивания, согласовывая их с государством.

Формирование и использование системы измерения качества образования и управления качеством

Будут созданы надежные механизмы измерения приращения математической компетентности для всех категорий обучающихся и рекомендации по их использованию в процедурах аттестации самих учащихся, педагогов, учреждений.

Участие в международных сравнительных исследованиях и банках заданий (в том числе – открытых, в частности, создаваемом в рамках АТЭС) будет служить одним из механизмов сопоставления идущих изменений с мировыми тенденциями и прошлым опытом.

Массовая и профессиональная информационная математическая среда

Интернет сегодня предоставляет в распоряжение исследователя, учителя и ученика значительные информационные ресурсы: источники информации и инструменты информационной деятельности. Однако общеизвестны проблемы:

- трудности поиска нужной информации
- проблемы оценки качества найденной информации
- отсутствие в интернете ресурса (например, отсутствие текста в цифровом виде) или его платность.

Концепция предполагает комплекс мер по обеспечению доступа к информационным ресурсам, в частности, открытое размещение на общегосударственных интернет-порталах учебной литературы, одобренной к использованию в школе, популярной литературы (включая гипер-медиа) по математике, открытый доступ к инструментам, обеспечивающим основные виды математической деятельности в образовании, оплату доступа обучающихся и специалистов к необходимой им профессиональной литературе, курсам лекций (в гипер-медиа формате). Одним из первых примеров может послужить бумажное и интернет-прокомментированное издание задач «Арифметики» Магницкого и «Арифметики» Толстого.

Существен и сектор математической информации вне интернета: печатная продукция – плакаты, календари, музейные экспозиции и выставки, время на телевидении и радио, возможно – конкурсы произведений искусства. В этих секторах также будет необходима дополнительная поддержка (государства или частных фондов).

Риски и способы их снижения

Риск недостаточного ресурсного обеспечения

Радикальное улучшение положения с российским математическим образованием в течение ближайшего десятилетия, выделение его как важнейшего национального приоритета требует значительной концентрации ресурсов. При этом, всегда остается возможность «отчитаться» принятием решений, проведением мероприятий, не меняющих радикально ситуации.

Способом снижения этого риска является принятие необходимых долгосрочных решений на высшем уровне в стране при поддержке профессиональным сообществом и структурами управления образованием и наукой.

Риск регресса или застоя. Риск отторжения значительной частью профессионального сообщества

От лиц, принимающих решения в государстве и профессиональных сообществах, в ключевых структурах и организациях можно часто слышать позитивную оценку образования в прошлом (в частности, в советский период) и негативное отношение к реформам: «Нас учили хорошо, зачем что-то менять...». Помимо других (в том числе – объективны) причин для таких суждений, существенное влияние оказывает персональный фактор: следует констатировать, что автор суждения действительно получил хорошее образование (иногда – самообразование), но при этом в среднем граждане страны получали много худшее образование.

С другой стороны содержание общего образования (и, в некоторой степени – высшего) регулируется содержанием учебной литературы и примерными учебными программами (которые пишут авторы этой литературы). Авторы и издательства массовых учебников заинтересованы в продолжении существующих линий, консервации или медленной эволюции содержания. К этому добавляется и «учительский фактор»: основной массе учителей удобнее учить по уже освоенным учебникам или небольшим их модификациям. Инновационные линии могут предлагаться, исходя из их рыночных преимуществ, как правило, связанных, скорее с «упаковкой», а не с реальным содержанием.

Серьезные изменения в подходах к математическому образованию и просвещению могут вызвать отрицательную реакцию отдельных представителей математического сообщества, имеющих свою позицию, отличающуюся от реализуемой, в частности – общую консервативную или критическую установку по отношению к любой «инициативе сверху», псевдо-патриотизм и т.д.

Особо существенным этот риск может оказаться в процессе продвижения средств ИКТ в математическое образование. И профессиональные математики и лучшие педагоги-математики могут рассматривать эти средства не как инструмент, способствующий развитию логического мышления, решения новых задач, приложения математики, а, прежде всего – как угрозу «хорошему старому».

С другой стороны, выдвижение приоритета именно математического образования может вызвать негативную реакцию со стороны представителей других научных и образовательных областей.

Способы снижения этого риска включают:

- анализ современных потребностей в математическом образовании и реального его уровня для всех возрастов,
- восстановление исторических данных об объемах и результатах математического образования,
- беспристрастный исторический анализ мирового опыта и сопоставление его с российским,
- нахождение авторитетных экспертов в научных и образовательных сообществах, которые возьмут на себя труд изучить собранные данные и результаты анализа,
- публичную содержательную дискуссию в различных аудиториях и СМИ, «демифологизацию»,
- продуманные государственные процедуры постепенных изменений содержания математического образования под контролем профессионального сообщества и широкой общественности, в частности, как это описано выше, в разделе «Модернизация содержания и методов математического образования».

Риск несоответствия квалификации преподавателя новым образовательным задачам

В течение ряда десятилетий в области математического (и не только) образования работали механизмы (например, низкая и не гарантированная оплата труда), способствующие снижению уровня квалификации педагогических кадров. Повышение заработной платы в последние годы, безусловно необходимое, само по себе не дает немедленного позитивного эффекта. В частности, замедляется процесс обновления кадров.

Снижение риска обеспечивается повышением качества поступающих в систему образования кадров (обеспеченное, в частности, повышением требований к поступающим и выпускникам вузов), новыми аттестационными механизмами, возможностью эффективного трудоустройства работников, не удовлетворяющих новым требованиям к квалификации. Также вводятся содержательные процедуры аттестации результатов дополнительного профессионального образования, магистерские и аспирантские программы для работающих учителей. (Такой механизм показал свою эффективность при введении ФГОС начальной школы в некоторых регионах России.)

Важным элементом постепенной трансформации системы является формирование критической массы пилотных образовательных учреждений, реализующих те или иные элементы обновления, далее эти учреждения становятся основой (например, стажировочными площадками) повышения уровня основной массы учреждений.

В высшем и послевузовском образовании будет использован ресурс математических кадров, работающих в математических областях, в том числе – за рубежом, но «недостребованных» в

российском образовании, эффективные механизмы повышения квалификации, аттестации, трудоустройства.

Риск подгонки нивелирования лучших общеобразовательных учреждений

Целый ряд мероприятий в области образования направлены на повышение качества общего образования во всех его сегментах. К ним относятся, в частности – нормативное подушевое финансирование без выделения особых видов общеобразовательных учреждения (лицеи и т. д.), закрепление территорий за общеобразовательными учреждениями, укрупнение (слияние) школ. Одним из следствий таких мероприятий может оказаться снижение уровня преподавателей и учащихся в выдающемся, лидерском учреждении, его нивелирование до уровня обычной «школы с углубленным изучением...». С другой стороны и для рядовой «школы с углубленным изучением математики» процессы оптимизации оплаты труда также не всегда пройдут безболезненно.

Снижение риска осуществляется за счет целевого (в том числе – федерального) финансирования «за результат» (упомянутая выше индивидуализация), постепенности процессов, поддержки самоорганизации и самоопределения школ.

Риск невостребованности результатов образования

В последние десятилетия значительная часть молодых ученых и преподавателей в области математики в качестве основного места работы выбирает зарубежные образовательные организации, исследовательские центры и корпорации, что обусловлено более интересной и востребованной работой, высоким уровнем оплаты труда, социальной инфраструктурой, большими возможностями для трудоустройства по специальности и активностью исследовательских центров за рубежом.

Снижение этого важнейшего риска будет осуществляться, прежде всего, за счет государственно-частной поддержки развития математических отраслей (в том числе – ИТ). Также будут задействованы механизмы совместных международных исследований и разработок, создания научно-образовательных центров (в том числе – международных).

Риск экстенсивного развития

Концепция направлена на расширение и обогащение математической культуры в обществе. Однако, одним из естественных и стихийно формируемых сценариев может быть формальный рост математического компонента образования – в числе выделяемых часов и объема охватываемого теоретического материала. При этом в реальности может происходить сокращение реально осваиваемого большинством обучающихся содержания. Для меньшинства наиболее высокомотивированных учащихся это может приводить к чрезмерной нагрузке, не дающей выигрыша в долгосрочной перспективе.

Ограничение этого риска достигается формированием позиции профессионального сообщества, включающей, одновременно, ограничение претензий на расширение объемных показателей обязательного математического образования, если они не имеют конкретной мотивировки (которая возможна, например, в данной области высшего образования) и повышение его значимости и мотивации к нему, актуализации математических знаний, в том числе – прикладных, расширения вариативности (например, элективных курсов в школе).

Риск некорректного использования индикаторов

Вводимые в Концепции и используемые при реализации соответствующих программ и мероприятий индикаторы могут:

- фальсифицироваться (в частности, некорректно измеряться)
- считаться целью, а не измерителем (под них будет подгоняться система)
- приводить к излишнему контролю, сдерживанию инициативы учителя, подгонке выдающихся, неординарных педагогов под некоторый желаемый стандарт.

Для снижения этого риска реализация концепции обеспечит:

- независимость измерений от систем аттестации, аккредитации, управления, надзора, контроля, методического сопровождения образования
- максимальную анонимность, необходимое комплексирование достоверных первичных данных
- добровольность представления данных педагогом, в частности, возможность доступа только к рубежным, кумулятивным, агрегированным и т. д. данным.

Индикаторы результата

Индикаторы реализации концепции будут детально проработаны в отношении регламентов, процедур и целевых значений в первый период реализации концепции.

Механизмы и регламенты измерений

Принципиальную роль в проектировании и использовании измерителей реализации концепции будет играть фиксация образовательного процесса, его материалов и результатов в Информационной среде, см. Приложение «**Информационная среда образовательного процесса**».

К используемым способам дополнительной объективизации измерений относятся:

- детальная фиксация процедур и регламентов измерений и следование им
- сопоставление измеряемого параметра для одной группы (на которую направлено измерение) со всей возрастной (или иной) группой, например, сопоставление баллов выпускников, идущих в педвузы, со всеми выпускниками, идущими в вузы
- использование международных измерителей и возможность сопоставления с общемировой тенденцией (например, определение места страны на шкале всех стран, принимающих участие в исследовании)
- использование независимых экспертных оценок

Список показателей

Предварительно выделяются следующие группы и важнейшие в группах показатели.

- Численность выпускников вузов, профессионально применяющих математику и преподающих математику (независимо от страны, где они работают)
- Количество и качество кадров, приходящих в систему математического образования и работающих в ней. Оценка того, сколь сильные выпускники школы идут в педагогическое образование, сколь сильные выпускники педагогического образования идут в педагоги, сколько из пришедших в педагогическую профессию остается в ней после адаптационного периода. Возрастная динамика в различных категориях работающих педагогов.
- Количество обучающихся, успешно осваивающих углубленные программы по математике в общем образовании, дополнительном образовании детей, профессиональном и высшем образовании, отдельно – по дистанционным программам с тьюторской поддержкой и качественной аттестацией
- Количество и качество математически подготовленных выпускников школ, поступающих на специальности, требующие математики.
- Доля выпускников (9-ых и 11-ых) классов, демонстрирующих широкую базовую математическую грамотность, по результатам экзаменов и анализу текущей аттестации в интернете. (Объективность и устойчивость этого индикатора можно обеспечить измеряя общепризнанную базовую грамотность, представление о которой обладает устойчивостью)
- Качество материалов и процедур государственной итоговой аттестации (в частности, широта представленности в экзаменационных материалах содержания школьного математического образования)
- Обеспечение телекоммуникационного доступа к математическим курсам с тьюторской и консультационной поддержкой. Количество обращений к источникам математической информации и математического образования.
- Положение России и групп ее регионов в международных сравнительных исследованиях и международных соревнованиях. Экспертная оценка элементов российского математического образования международным сообществом
- Общественное восприятие математики и математического образования по результатам социологических опросов и мониторингу СМИ.

Отдельным классом индикаторов будут качественные и количественные показатели выполнения мероприятий Концепции, см. «Направления действий».

Резюме ключевых идей

Краткое перечисление ключевых идей, подробные формулировки и мотивы есть в тексте Концепции:

- Математика, как национальная идея и конкурентное преимущество России. Математическая компетентность каждого гражданина и каждого профессионала. Профессионально-общественная активность математиков.

- Математика – решение новых интересных задач, использующее точные правила. Математическая деятельность как ключевой элемент всей системы математического образования.
- Применение ИКТ в математическом образовании, как основа для опережения на мировом уровне.
- Взаимная необходимость всех сегментов, слоев и уровней математического образования (от взаимного обучения мировых математических лидеров до дошкольников, их воспитателей и родителей). Особая поддержка школ – лидеров: в профессиональной математике, в образовании детей. Оценка качества работы педагога и школы по приращению математической компетентности, а не только по абсолютному уровню выпускников и педагогов. «Нет детей, не способных к математике.»
- Системное решение проблемы качества педагогов-математиков: отбор, деятельностная подготовка, аттестация, трудоустройство.

Приложения

Математическая компетентность отдельных категорий граждан России

Профессиональные математики-теоретики мирового уровня, работающие в России, или сохраняющие постоянную связь с математическим сообществом в стране обеспечивают:

- Более раннее появление в стране (по сравнению с другими странами) и использование новых результатов теоретической математики, включая теоретические основы прикладной математики и ИТ, как получаемых самими учеными этих категорий, так и их приглашенными коллегами из других сообщество
- Подготовку кадров высшей квалификации для прикладной математики, ИТ и математического образования
- Поддержание престижа страны, как ведущей научной державы – экономики, построенной на знании

Численность: порядка тысячи.

Прикладные математики сегодня необходимы практически во всех областях научных исследований и технологических разработок. Их наличие и высокий профессиональный уровень во многих случаях позволяет существенно сократить время разработки и материальные вложения.

Ведущие прикладные математики часто совмещают теоретические исследования с прикладными, поддерживают постоянную связь с основными математическими школами, или непосредственно входят в них, являются учениками крупных математиков-теоретиков или математиков-прикладников. Для эффективной работы прикладных математиков нужны ИТ-специалисты.

Численность: десятки тысяч

ИТ-специалисты представляют сегодня ключевую группу профессионалов любой развитой экономики. Они ведут математическую деятельность, результаты которой воплощаются в среде

информационных и коммуникационных технологий. Лидеры этой деятельности непосредственно связаны со школами теоретической математики соответствующих областей (дискретной математики, теории алгоритмов, теории сложности, теории оптимизации и т. д.) и прикладной математики. Для эффективной работы ИТ-специалистов, применяющих средства ИКТ в других областях, нужно их эффективное взаимодействие со специалистами этих областей, что предполагает математическую компетентность последних.

Численность: сотни тысяч

Специалисты, профессионально использующие математические методы и результаты. Многие сферы профессиональной деятельности, в том числе (но не только) научные исследования и технологические разработки требуют определенного уровня математической компетентности, как общей, так и относящейся к используемым в данной сфере математическим и компьютерным моделям. Достаточно часто эти специалисты при принятии решений и объяснении их своим коллегам и руководителям, используют математические соображения, рассчитывая на понимание.

Численность: миллионы

Все граждане сегодня постоянно принимают ответственные решения и делают выбор. Часто при этом необходимо использование математического подхода и аппарата, как и логического способа рассуждения. В частности, необходимо и критическое отношение к «математическим» аргументам, иногда используемым нечестными или заблуждающимися «профессионалами». Математическая компетентность является важнейшей частью интеллектуального потенциала нации.

Численность: все население.

Математический уровень перечисленных категорий граждан обеспечивается математическим образованием:

- Подготовку математиков-теоретиков мирового уровня обеспечивают сами мировые математические лидеры и педагоги ведущих математических университетов
- Педагоги теоретической математики ведущих университетов, как правило, сами являются математиками теоретиками. Они обеспечивают подготовку следующих поколений математиков-теоретиков, участвуют в подготовке прикладных математиков и ИТ-специалистов, педагогов-математиков
- Педагоги прикладной математики, как правило, участвуют в прикладных разработках, обеспечивают подготовку прикладных математиков, участвуют в подготовке математиков-теоретиков ИТ-специалистов и математиков-педагогов
- Педагоги в сфере ИТ занимают соответствующее положение по отношению к другим группам
- Педагоги-математики, готовящие профессионалов, использующих математические методы

- Педагоги-математики, работающие в общем образовании, в среднем профессиональном и высшем образовании, где не предполагается профессиональное использование математики
- Педагоги-математики, готовящие педагогов-математиков – это все перечисленные выше категории педагогов-математиков, плюс педагоги-математики, готовящие учителей математики.

Обеспечивая высокий уровень математического образования мы получаем конкурентное преимущество, как в ближайшем будущем – на рабочих местах выпускников, так и в более отдаленном, обеспечивая уровень математической компетентности, которую выпускник может развить в дальнейшем и/или участвовать в ее поддержании в следующих поколениях (например, как родитель ученика) и общеинтеллектуальный уровень общества.

Математическая компетентность соответствующих уровней должна войти в профессиональные стандарты.

Государственная поддержка математики

Государственная поддержка математики включает:

- Лучшие условия для работы исследователей мирового уровня в России
- Поддержка исследований и разработок (темы в госпрограммах, гранты), в том числе – в сфере приложений математических и ИТ-методов
- Поддержка математических компонентов перспективных программ исследований и разработок в различных областях
- Поддержка производителей математической, в том числе ИТ продукции
- Требование математической компетентности на рабочих местах, ее включение в профессиональные стандарты
- Поддержка математического образования – основной предмет настоящей Концепции.

Проблемы российского образования

К общим проблемам российского образования, от решения которых во многом зависит и судьба образования математического, относятся, в частности:

- Общественное осознание и реализация (в том числе – в сфере образования) приоритетов экономико-социального развития страны, в частности, необходимости научно-технологического, а не чисто «сырьевого» пути.
- Индивидуальный подход к здоровью каждого, пересмотр норм и ограничений «для всех».
- Переосмысление роли образования в обществе, сопровождаемое в частности, отказом от обедняющего, одностороннего термина «услуга» по отношению к образованию. Восстановление авторитета образованности и образования как ценности и блага.

Формирование позитивного отношения к образованию, педагогу, школе в массовом сознании (в том числе – через СМИ).

- Воспитывающая роль образования. Отражение в образовательном укладе, образовательной мотивации и образовательной дисциплине современного состояния общества и при этом – использование образования как механизма преобразования общества.
- Честность, реалистичность образования (сокращение разрыва между тем, что формально предлагается учащемуся и «официально» считается, что он освоил, и реальностью). Индивидуализация, в частности анализ и мотивирующая оценка не только «абсолютных» результатов, но и индивидуальных достижений (по сравнению с предшествующим уровнем) и усилий. Выработка системного отношения общества к недостижению отдельным выпускником требований федерального государственного стандарта к результатам обучения.
- Прозрачность образовательного процесса, в частности, за счет современных информационных технологий, сокращение запросов от органов управления и отчетов перед ними
- Доступность образования, в частности, обеспечение бесплатного (начиная с общественно-приоритетных направлений) дополнительного образования ребенка в том объеме, в котором он его хочет и может освоить, в том числе – с применением дистанционных образовательных технологий.
- Обновление педагогических кадров в современных условиях, когда работа в сфере образования все еще не ощущается как престижная в общественном сознании, но привлекательна и для учителя и для преподавателя, ведущего обучение будущих и сегодняшних педагогов. Эта ситуация может приводить к закреплению в системе образования кадров снижающейся квалификации. Сохранение квалифицированных педагогических кадров. Психологическая поддержка работы педагогов, в частности, помощь педагогом при ситуации «профессионального выгорания» и других кризисных педагогических ситуациях. Эффективная реализация закрепленного законом годичного отпуска педагога в целях его профессионального восстановления и развития.
- Обеспечение наилучших условий для работы талантливой молодежи на благо России в условиях участия страны в процессе глобализации. В частности, обеспечение материальной привлекательности преподавательской деятельности в ведущих университетах уже за счет базовой заработной платы.
- Государственная поддержка деятельности каждого энтузиаста (в том числе – из числа студентов) – наставника высоко-мотивированных к учебе детей (независимо от степени институционализации этой деятельности).
- Широкое распространение по всей стране деятельности в области культуры, науки и образования, сегодня зачастую сосредоточенной в малом количестве городов и субъектов Российской Федерации.

- Государственная поддержка зарубежных соотечественников и иностранных граждан, обучающихся в вузах России, международных образовательных программ и мероприятий (олимпиад, конкурсов) на русском языке.
- Использование мировых образовательных ресурсов и аттестационных процедур, в том числе – дистанционных курсов в сочетании с отечественным педагогическим потенциалом.
- Использование в школе всех технологических достижений современной цивилизации, одновременно с воспитанием культуры и дисциплины отторжения вредных и опасных элементов, начиная от наркотиков и кончая бездумной тратой времени и эмоций на игры в виртуальной реальности, блуждание в интернете, телевидение, выключение из учебного процесса для ответа на сообщения мобильного телефона и т. д.

Тенденции и направления развития содержания математического образования

Важнейшим направлением развития содержания математического образования в течение последних десятилетий является включение в него математической информатики – системы математических понятий и методов, используемых при описании и проектировании дискретных объектов и процессов. К такому содержанию, в частности, относится использование математических методов для описания языка и анализ математических языков. Совершенно необходимым для дошкольного и начального школьного уровня является наглядность используемых объектов (например, цепочек, мешков), визуализация процессов.

Использование вещественных, графических и экранных сред деятельности, повышение внимания к каждому, обеспечивает всем учащимся возможность понимания смысла действий пересчета, арифметических операций и их представления в десятичной системе счисления. Такое понимание может возникать в ходе управляемого эксперимента, открытия.

Систематическое использование вычислительных инструментов (в том числе – калькулятора) может «поддержать на плаву» слабых учащихся и дать им возможность сосредоточиться на рассуждениях, моделировании реальных ситуаций, понимания смысла описания условной реальности в текстовой задаче.

Безусловно, использование математических инструментов, как и любых других, приводит к частичной или полной утрате умения выполнять те же операции без инструментов. Это происходит как в общечеловеческой так и в профессиональной практике в любых областях. Однако, при снижении умения выполнять операции над целыми числами или дробями с помощью карандаша и бумаги, мы можем достичь большего понимания у большего числа учеников того, что эти операции значат и почему они так выполняются. Это понимание может быть достигнуто в процессе самостоятельного (с поддержкой учителя) построения (изобретения, открытия) соответствующих алгоритмов.

Еще одним направлением, существенно пересекающимся с первым, является математическое описание процессов взаимодействия, в частности, процесса управления (математическая теория управления, исследования операций, кибернетика) и процесса игры.

Рассмотрение математических (в частности, стратегических) игр является перспективным, поскольку:

- они обладают богатым математическим содержанием, в частности, связанным с фундаментальными математическими понятиями информатики;
- вырабатываемые в ходе игры и обсуждения игры навыки, общие стратегии и модели деятельности приложимы вне математики и информатики;
- игра может быть сильным мотивирующим фактором.

К числу игр, которые могут обогатить школьное математическое образование на разных его этапах и уровнях, относятся как традиционные шахматы, шашки, домино, так и простые игры, легко анализируемы математически (такие, как Ним), игры, где по ходу игры тренируются арифметические навыки и т. д. Принципиальным является именно не рассмотрение специфических деталей и стратегий конкретной игры, а формирование общих стратегических умений.

Третье направление – это анализ данных, в частности, анализ соответствия данных тому или иному описанию, объяснению. Здесь важно, чтобы формирование соответствующего понимания и технических навыков сочеталось с их применением в осмысленных задачах, в том числе и в рамках изучения других предметов.

Оценка роли математики и математического образования в мире

Приоритетность математического образования осознается в ведущих странах мира.

Из материалов Еврокомиссии, 2011 г. «Математическое образование в Европе: общие вызовы и политика отдельных стран» [European Commission, 2011. Mathematics Education in Europe: Common Challenges and National Policies. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, Brussels]:

«В последние годы, вопрос математической компетентности приобретает все большую важность и обсуждается на самом высоком политическом уровне. Компетенции в математике считаются ключевыми в развитии личности, активной гражданственности, социальной интеграции и занятости в современном обществе, основанном на знании.»

«В последние годы большинство стран пересмотрели свои учебные курсы по математике выделяя компетенции и умения, усиливая межпредметные связи и применение математики в повседневной жизни. Подход к обучению, основанный на результатах, является более адекватным и позволяет гибко реагировать на потребности учащихся.»

Еврокомиссия, 2008 г. [Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Improving competences for the 21st Century: An Agenda for European Cooperation on Schools. COM(2008) 425 final. Brussels]:

«Арифметическая, математическая, информатическая, естественно-научная и ИКТ-компетентности необходимы для полноценной жизни в обществе, построенном на знании и для

конкурентоспособности экономики. Имея в виду важность раннего развития, надо обратить внимание на предубеждение, имеющееся у многих детей по отношению к математике и стремление избегать занятия ею. Разнообразие образовательных подходов может открыть новые возможности для учения, содействовать повышению результативности и формированию позитивной установки.»

В январе 2012 г. Министр образования Великобритании сказал: «Хорошее высшее образование в области информатики – относится к числу наиболее фундаментальных и уважаемых в мире образований. Такое образование базируется на высших интеллектуальных достижениях – математической логике и теории множеств и в то же время готовит специалистов для самых перспективных карьер и инновационной деятельности... мы будем поддерживать серьезные [школьные] курсы по математической информатике как математически строгому и необыкновенно увлекательному предмету. Сегодня этот предмет, базирующийся на математической логике и теории множеств, является обширной, бурно развивающейся областью, простирающейся и в такие дисциплины, как вычислительная биология.»

Ниже приведена информация с официального сайта Б. Обамы (в различные периоды его функционирования как Президента США):

«Президент Обама будет реформировать американские школы, обеспечивая в них образование XXI века, которое будет готовить выпускников, успешных в глобальной экономике. Он будет поощрять стремление школ к высшим достижениям, предлагая им образовательные стандарты мирового уровня, содержание образования, направленное на критическое мышление, решение задач, творческое использование знаний – для продолжения образования и работы. Он покончит с неэффективными, заранее заготовленными тестами и будет поддерживать новые, современные формы оценивания и аттестации, которые дают своевременную и полезную информацию о ходе учения и его результатах для каждого ученика.»

«Чего мы действительно хотим – это наконец получить правильную систему школьных оценок. Нам не нужно больше тестов, нам нужны более разумные системы оценок. Для нас важно не только то, как наши дети справляются с элементарными заданиями, но и то, как они решают действительно сложные задачи, обладают ли они жизненно важными способностями к критическому мышлению, групповой работе и предприимчивостью.»

«Таким образом, нас интересует не то, как дети могут ставить крестики. Мы хотим получить уверенность в том, что дети получают навыки критического мышления, нужные для успеха в жизни. Именно такой подход к оцениванию будут использовать наши штаты и мы учреждаем специальный конкурс, в котором они будут получать гранты на реализации данной цели.»

«Мы поставили перед собой цель: в течение следующего десятилетия переместиться в рейтинге естественно-научного и математического образования с середины рейтингов в их начало.»

«Мы также начинаем реформы по улучшению положения американских учителей математики и естественных наук, так что абсолютно все они смогут достичь эффективности лучших учителей сегодняшнего дня. Так что мы призываем штаты повысить стандарты, вести анализ результатов и принимать более точные решения, привлекать и удерживать хороших учителей, усилить содержание образования, добиваться того, чтобы молодые люди не только учили факты из учебников, но и исследовали окружающий мир.»

«Телекомпания PBS и Национальная ассоциация учителей естественных наук также создаст Интернет-платформу, где учителя математики и естественных наук смогут обмениваться опытом.»

Педагогические исследования, нашедшие применение в российском математическом образовании

[Заметки М. И. Башмакова]

В части использования результатов психологии (не только в теории, но и в педагогической практике) последние 20–30 лет произошли существенные сдвиги, в частности:

1. Развитие результатов Л. Выготского и его школы (в частности, по теории формирования понятий), что оказало заметное влияние (в том числе, на учебники, имеющие гриф Министерства).
2. Развитие идей А. Леонтьева (Сознание. Деятельность), что является основой деятельностного подхода, что отражается, в частности, на учебных материалах.
3. Реализация концепции визуального мышления (Р. Арнхейм, Р. Грегори, В. Зинчено, Н. Резник), что легко обнаружить в теории и практике математического образования.
4. Теория познавательных стилей (М. Холодная, М. Башмаков), что серьезно изменило взгляды на цели и результаты обучения (типа «процесс важнее результата»), являющаяся базой крупного проекта («Математика. Психология. Интеллект»), который более 20 лет реализуется на Востоке (центр – Томск, руководитель М. Гельфман), а также и на Северо-Западе (скажем, Мурманск, руководитель Н. Резник).
5. Теория продуктивного обучения (Й. Шнайдер, И. Бём, М. Башмаков). Количество продуктивных школ в мире более тысячи, в России – около десятка, созданных около 20 лет назад.

Профессиональный стандарт учителя математики и информатики

Введение

Учитель математики и информатики должен соответствовать всем квалификационным требованиям профессионального стандарта учителя. Формулируемые в настоящем разделе требования стандарта относятся (если явно не оговорено противное) также к учителю начальной школы в части его компетентности в преподавании математики и информатики.

Вместе с тем существуют специальные компетенции, которые необходимы для преподавания данного предмета, связанные с его внутренней логикой и местом в системе знаний, что выдвигает перед учителем особые задачи.

Главным образовательным результатом освоения математики и информатики учащимся является формирование:

- способности к логическому рассуждению и коммуникации, установка на использование этой способности, на ее ценность,
- способности к созданию математической модели реального объекта или процесса, готовности к применению моделирования для построения объектов и процессов, определения или предсказания их свойств.

Указанные способности реализуются в математической деятельности, в которой приобретаются и используются:

- Конкретные знания, умения и навыки в области математики и информатики, в том числе умения:
 - формировать внутреннюю (мысленную) модель математической ситуации (включая пространственный образ),
 - проверять математическое доказательство, приводить опровергающий пример,
 - выделять подзадачи в задаче, перебирать возможные варианты объектов и действий,
 - пользоваться заданной математической моделью, в частности, формулой, геометрической конфигурацией, алгоритмом, прикидывать возможный результат моделирования (например – вычисления),
 - применять средства ИКТ в решении задачи там, где это эффективно.
- Способность преодолевать интеллектуальные трудности, решать принципиально новые задачи, проявлять уважение к интеллектуальному труду и его результатам.

Основная задача учителя – сформировать у учащегося модель математической деятельности (включая приложение математики) в соответствии со степенью (общего) образования, включая дошкольную.

Принципиальной особенностью школьной математики на начальной и основной ступени является наличие в ней целостной основной линии содержания, выраженной более рельефно и последовательно, нежели в других предметах. Пропуск любого значительного фрагмента в этой линии приводит к существенному снижению возможности дальнейшего учебного продвижения. В частности, содержание математического образования в старшей школе опирается на все математическое образование в начальной и основной школе. Следовательно, выявляемые пробелы в освоенном материале должны быть ликвидированы в степени, достаточной для освоения последующего материала и формирования у учащегося чувства уверенности в знаниях на соответствующую тему. На дошкольной ступени также формируются необходимые элементы упомянутых выше результатов. Откладывание этого формирования до более поздних периодов приводит к снижению результативности обучения и качества образования.

Математическая компетентность и упомянутые выше более общие свойства математической культуры используются, как в других школьных предметах, так и в повседневной жизни учащегося.

Роль учителя

Учитель математики ведет образовательный процесс в области математики и информатики (в том числе арифметики, алгебры, геометрии, вероятности, анализа данных, информатики). Он также участвует в межпредметных проектах, требующих математической компетентности и в оценивании математического содержания работ по другим предметам, размещенным в информационной образовательной среде (ИС).

Предпосылки работы учителя

- Соответствие ФГОС всех ступеней школьного образования:
 - в метапредметных и личностных результатах, включая грамотное и эффективное использование русского языка и языка преподавания,
 - в предметных результатах, относящихся к математике и информатике,
 - в применении математики в других школьных предметах и необходимых для этого результатах из других предметов.
- Наличие высшего образования классического университета/технического/педагогического ВУЗа, соответствующего специальности.

Предметная компетентность учителя математики и информатики

Учитель должен:

- Уметь решать задачи элементарной математики соответствующей ступени образования, в том числе, те новые, которые возникают в ходе работы с учениками, задачи олимпиад (включая отдельные новые задачи регионального этапа Всероссийской олимпиады);
- Устойчиво выполнять задания открытых банков на уровне, который может устанавливаться в зависимости от аттестационной категории учителя (приближение ближайшего периода для высшей аттестационной категории – решение случайно выбираемых заданий из открытого банка девятого класса на уровне не хуже 90% выпускников, из открытого банка одиннадцатого класса – на уровне не хуже 80% выпускников, для учителя начальной школы – из открытого банка для четвертого класса – не хуже 95% выпускников).
- Владеть основными математическими компьютерными инструментами:

- визуализации данных, зависимостей, отношений, процессов, геометрических объектов,
 - вычислений – численных и символьных,
 - обработки данных (статистики),
 - экспериментальных лабораторий (вероятность, информатика).
- Квалифицированно набирать математический текст.
 - Иметь представление о широком спектре приложений математики и знать доступные учащимся математические элементы этих приложений;
 - Использовать информационные источники, периодику, следить за последними открытиями в области математики и знакомить с ними учащихся.
 - Иметь канал консультирования по сложным математическим вопросам.

Профессиональные компетенции, повышающие мотивацию к обучению и формирующие математическую культуру.

- **Учитель должен:** Уметь совместно с учащимися строить логические рассуждения (например, решение задачи) в математических и иных контекстах. Понимать рассуждение ученика. Анализировать предлагаемое учащимся рассуждение с результатом: подтверждение его правильности, или нахождение ошибки и анализ причин ее возникновения; помогать учащемуся в самостоятельной локализации ошибки, ее исправлении. Если это целесообразно, то помогать в улучшении (обобщении, сокращении, более ясном изложении) рассуждения. Формировать у учащихся убеждение в абсолютности математической истины и математического доказательства. Предотвращать формирование модели поверхностной имитации действий, ведущих к успеху, без ясного понимания смысла. Поощрять выбор различных путей в решении задачи.
- Сотрудничать с другими преподавателями математики и информатики, с преподавателями физики, экономики, языка и др., уметь выполнять задания этих предметов, где существенным является математическое содержание, выполнять совместные межпредметные проекты, рецензировать размещенные в информационной среде работы учащихся по другим предметам с математической точки зрения.
- Совместно с учащимися анализировать учебные и жизненные ситуации, в которых можно применить математический аппарат и математические инструменты (например, динамические таблицы), то же – для идеализированных (задачных) ситуаций, описанных текстом. Поощрять инициативы учащихся по использованию математики.
- Совместно с учащимися применять методы и приемы понимания математического текста, его анализа, структуризации, реорганизации, трансформации.

- Совместно с учащимися анализировать данные, получаемые в естественных (эксперимент) и общественных (опрос) школьных курсах, данные предлагаемые самими учащимися, в том числе, приводимые в СМИ. Выявлять недостоверные и маловероятные данные.
- Создавать самому и вместе с учащимися и использовать наглядное представление математических объектов и процессов, рисуя наброски от руки на бумаге и классной доске, с помощью компьютерных инструментов на экране, строя объемные модели вручную и на компьютере (с помощью 3D-принтера).
- Вести диалог с одним учащимся или с группой (классом) в процессе решения задачи, выявлять сомнительные места, подтверждать правильность решения.
- Организовывать исследования – эксперимент, обнаружение закономерностей, доказательство в частных и общем случаях. Проводить различия между точным математическим доказательством и «очевидностью», в частности – компьютерным приближенным измерением, вычислением.
- Поддерживать баланс между самостоятельным открытием, узнаванием нового и технической тренировкой, исходя из возрастных и индивидуальных особенностей каждого учащегося, характера осваиваемого материала.
- Формировать материальную и информационную образовательную среду, содействующую развитию математических способностей каждого ребенка и реализующую принципы современной педагогики; профессионально использовать ее элементы, знать о возможностях новых элементов такой среды, отсутствующих в конкретном образовательном учреждении. Использовать в своей работе с детьми информационные ресурсы, в том числе ресурсы дистанционного обучения, помогает детям в освоении и самостоятельном использовании этих ресурсов.
- Содействовать формированию у учащихся позитивных эмоций от математической деятельности, в том числе от нахождения ошибки в своих построениях, как источника улучшения и нового понимания. Содействовать мотивации и результативности каждого учащегося, используя такие свойства предмета, как:
 - Красота (в том числе, неожиданность) в соотнесении с опытом и предшествующей информацией;
 - Объяснение и предсказание реальности;
 - Преодоление трудности, получение завершеного результата;
 - Соревновательность с собой, другими.
- Формировать позитивное отношение со стороны всех учащихся к интеллектуальным достижениям товарищей по классу, независимо от абсолютного уровня этого достижения,
- Формировать представление учащихся о том, что математика пригодится всем, вне зависимости от избранной специальности, а кто-то будет заниматься ею профессионально.

- Содействовать подготовке учащихся к участию в математических олимпиадах, конкурсах, исследовательских проектах, интеллектуальных марафонах, шахматных турнирах и ученических конференциях.
- Распознавать и поддерживать высокую мотивацию и развивать способности ученика к занятиям математикой, предоставлять ученику подходящие задания, вести кружки, факультативные и элективные курсы, для желающих и эффективно работающих в них учащихся.
- Предоставлять информацию о дополнительном образовании, возможности углубленного изучения математики в других образовательных учреждениях, в том числе – с применением дистанционных образовательных технологий,
- Консультировать учащихся по выбору тех профессий, где нужна математика.
- Достигать того, чтобы на любом занятии в классе и при выполнении домашнего задания каждый учащийся получил результат в решении хотя бы одной задачи;
- Обеспечивать помощь учащимся, не освоившим необходимый материал (из всего курса математики) в форме предложения специальных заданий, индивидуальных консультаций (в том числе – дистанционных); осуществлять пошаговый контроль за выполнением соответствующих заданий, при необходимости прибегая к помощи других педагогов, в частности, тьюторов;
- Использовать специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограниченно используется в семье и ближайшем окружении,
- Использовать специальные коррекционные приемы обучения для детей с ограниченными возможностями здоровья;
- Обеспечивать коммуникативную и учебную «включенности» всех учащихся в образовательный процесс (в частности, понимание формулировки задания, основной терминологии, общего смысла идущего в классе обсуждения).
- Работать с родителями, семьей, местным сообществом по проблематике математической культуры.

Общепедагогическая компетентность учителя математики и информатики

Учитель должен реализовывать в своей деятельности следующие процессы:

- Определение (диагностика), совместно с учащимся, достигнутых результатов (на основе анализа его работ, зафиксированных в информационной среде) и их динамики, выявление трудностей и препятствий, формирование и проверка гипотез об их преодолении; многокритериальное оценивание результата отдельной работы и текущего состояния учащегося (относительно предшествующего) и сообщение ему об этом
- Определение на основе анализа учебной деятельности учащегося оптимальных (в том или ином образовательном контексте) способов его обучения и развития;

- Определение совместно с учащимся, его родителями, другими участниками образовательного процесса (социальный работник, психолог, дефектолог, дистанционный методист и т. д.) зоны его ближайшего развития, предсказание и планирование его «коридора ближайшего развития».
- Определение, на основе анализа собственной деятельности (в частности, по ее фиксации в ИС), с помощью (при необходимости) методической службы, оптимальных моделей педагогической деятельности, подверженных постоянному развитию и изменению;
- Планирование образовательного процесса для группы, класса детей на основе имеющихся типовых программ и собственных разработок с учетом специфики состава учащихся, уточнение и модификация планирования
- Организация деятельности учителя ребенка и группы (класса) детей, в том числе – индивидуальная и коллективная смена форм деятельности, индивидуализация заданий, получение, анализ домашних работ до начала следующего занятия;
- Организация применения ИКТ учителем и учащимися в образовательном процессе: для его фиксации и как инструмента деятельности, анализ домашних работ в ИС.
- Совместное с учащимися использование иноязычных источников информации, инструментов перевода, произношения. (Для сохранных способных учащихся в тех классах и школах, где реализуются программы повышенного содержания.)
- Организация олимпиад, конференций, турниров математических игр в школе.

ИКТ в математическом образовании

Инструменты математической деятельности

[Текст в процессе создания.]

Математические инструменты, используемые в повседневной жизни и профессиональной деятельности, всегда составляли важный элемент математического образования. В свое время это были счеты, затем арифмометр, логарифмическая линейка и таблицы логарифмов, и т. д. Начиная с 1960-ых гг. когда электронные калькуляторы быстро становились общедоступными, старые инструменты математических вычислений стали исчезать из школы, не замещаясь новыми. Более благополучна ситуация с визуализацией математических объектов: здесь происходит плавный переход от карандаша, циркуля, линейки, транспортира к компьютерным средам динамической геометрии. Использование математических инструментов на всех уровнях образования также становится насущной необходимостью.

Основными элементами роли компьютера и других инструментов ИКТ в школьном математическом образовании являются следующие:

1. Экранное представление (материализация, по П. Я. Гальперину) математических объектов и процессов, их свойств и операций над ними. Например, на экране может идти математическая игра нескольких детей, наиболее очевидный пример – график функции.
2. Автоматизация выполнения действий с математическими объектами (например, алгебраических преобразований, визуализации собранных данных).

3. Создание и отладка программ.
4. Постановка и проведение эксперимента (результаты которого могут быть визуально представлены, см. 1.). Эксперимент может идти как с абстрактными математическими объектами, так и с математическими объектами, моделирующими реальный мир. Особо мощным инструментом, сочетающим возможность визуализации математических объектов и экспериментов с ними оказалась динамическая геометрия, во всем мире используемая в математическом образовании.
5. Обеспечение игрового взаимодействия в игре с партнером (присутствующем в том же месте или удаленном) или с самим компьютером.
6. Автоматическая реакция на действия учащегося (например, проверка правильности полученного ответа).

Применение ИКТ является ключевым элементом возможного реформирования математического образования, при котором:

- повысится доля математических рассуждений в курсе
- больше внимания будет уделяться связи математической модели с реальностью
- повысится самостоятельность и мотивация учащихся
- существенно вырастет область математических задач и задач математического моделирования, которые учащиеся смогут решать (с применением компьютера)

Особую роль математические инструменты могут сыграть в обучении (и последующей жизни) детей с ограниченными возможностями здоровья.

Информационная среда образовательного процесса

[Текст в процессе создания.]

Все больше процессов в жизни каждого человека идут в цифровой информационной среде. Большая часть сообщений (от записок и писем до газет и книг) сегодня создается в цифровом виде и передается по цифровым линиям коммуникации. То же верно и для других видов информационной деятельности.

Система образования не может оставаться вне этих процессов. Уже сегодня все больше и больше выступлений учителя сопровождается цифровой демонстрацией (например, иллюстрациями на экране), домашние задания хранятся, а домашние работы выполняются в компьютере и т. д. При этом, как и в других видах информационных процессов, информационная среда:

- Предоставляет дополнительные возможности. Например, заболевший учащийся может «очно» присутствовать на уроке; домашняя работа может сдаваться учениками и проверяться учителем до начала следующего занятия по предмету; учитель может оценивать улучшения, которые возникли в работе учащегося в результате обсуждений
- Порождает трудности. Например, требуется обучение людей, которые ее используют, адаптация норм и правил, возникает дополнительная работа по переводу чего-то сделанного на бумаге в цифровую форму и т. д.

Поэтому погружение образовательного процесса отдельных педагогов и учреждений системы образования в информационную среду требует значительных трудозатрат и времени.

Ожидается, что в ближайшей перспективе все большая часть образовательного процесса будет идти в информационной образовательной среде. Ход этого процесса и его результаты будут в ней фиксироваться. В ней же будет идти индивидуальное планирование работы учителя и каждого учащегося. Зафиксированное в среде будет дистанционно доступно и внешнему наблюдателю.

Информационная среда и проблема качества образования

Сегодня в целях обеспечения качества получаемого каждым учеником образования используется система запросов со стороны органов управления образованием и отчетов от учителя и школы. Более того, часто эта система начинает использоваться и для многих других (даже не образовательных целей). Возможная (по желанию учителя и школы) альтернатива состоит в том, что информация об образовательном процессе (при условии безопасности персональных данных) постоянно присутствует в информационной среде и может быть проанализирована без участия учителя. Эта же информация может быть использована и для экспертной оценки результатов обучения учащегося, качества работы учителя, для информирования родителей о том, «что происходит в школе» и т. д.

Информационная среда будет играть принципиальную роль в проектировании и использовании измерителей для систем образования, в частности, измерителей эффективности различных образовательных реформ. Фиксация в информационной среде хода образования каждого отдельного человека, может быть использована в системе оценки качества образования и эффектов идущих в нем изменений. При этом измеряться могут: сам ход образовательного процесса и его текущие результаты или результаты специально используемых процедур (например, стандартизованных). Измерения могут вести: сам человек, его родители, педагоги, непосредственно заинтересованные в достижении наилучших результатов, педагоги, которые работали с обучающимся раньше или, возможно, будут работать с ними в дальнейшем, а также в той или иной степени «независимые» эксперты. На основании измерений может быть сделан прогноз последующих образовательных результатов обучающегося.

Задача очередного этапа образования для человека и всей системы образования – достичь для каждого члена общества максимально возможных образовательных результатов (в соответствии с заранее сформулированными и корректируемыми задачами, и задачей сохранения и укрепления здоровья обучающегося) и спроектировать дальнейшие шаги.

Добросовестные, конструктивно настроенные участники образовательного процесса заинтересованы в формировании общей, объективной системы оценивания. Отклонения от этой системы, возникшие в результате индивидуальной необъективности, предвзятости, некомпетентности видны самим участникам, их партнерам и коллегам (в частности, такие отклонения выявляются при сопоставлении измерения «на выходе» из очередной ступени образования и «на входе» в следующую), внешним наблюдателям. Если результаты измерений не являются высокозначимыми (high-stake), то отклонения в среднем невелики.

В данном случае, как и во многих других вопросах реализации концепции, речь идет о постепенном формировании культуры, а не о нормативном, административно-командном регулировании системы образования. Следует ожидать, что в течение длительного периода будут продолжать успешно работать педагоги и коллективы, которые будут считать бумажный классный

журнал и дневник, раз в неделю даваемый для подписи родителю, оптимальным уровнем публичности и информирования общества об образовательном процессе.

Белая книга математического образования детей в России

[Планируется разместить аннотацию и оглавление]