

КОНЦЕПЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ПРОЕКТ)

1. ЗНАЧЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Математика занимает особое место в науке, культуре и общественной жизни, являясь двигателем мирового научно-технического прогресса и одной из основ познавательной способности человечества.

Математика незаменима в общественных отношениях, доставляя людям знания, необходимые в повседневной жизни. В современном мире математическое образование является средством повышения успешности и мобильности человека.

Много столетий математика играет ведущую роль в физике, инженерном и военном деле. В последние десятилетия резко выросло значение математических методов в социально-экономических, биомедицинских науках и языкознании. Фундаментальное значение математика имеет в современном обществе, построенном на информационных технологиях..

Качественное математическое образование граждан существенным образом влияет на экономический потенциал страны и ее обороноспособность. Мировой опыт показывает, что сравнительно небольшие вложения в математическое образование многократно окупаются за счет роста эффективности экономики, позволяют стране быть готовой к возникающим вызовам различного характера.

2. РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СССР И В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

В СССР была создана система математического образования, с одной стороны подразумевавшая всеобщее обучение по единым программам, начиная с дошкольной ступени, с другой – индивидуальное внимание к ученикам всех уровней, а также массовое выявление способных школьников и активную работу с ними. Для 50-60-х годов прошлого века эта система была передовой и позволяла готовить значительное число высококвалифицированных специалистов. Этой системе Советский Союз во многом обязан успехами в космических программах, оборонной промышленности, а также ядерной энергетике. Невозможно было бы создать ядерное оружие без высокого уровня развития математики, достигнутого в СССР к началу ядерной программы.

Советский опыт в области математического образования активно перенимался за рубежом и лег в основу образовательных систем ряда стран, ныне занимающих передовые позиции в создании современных технологий.

Во второй половине XX века Советский Союз входил в круг лидеров в области математического образования и подготовки специалистов инженерно-технического профиля, но к 90-м годам прошлого века математическое образование в СССР в значительной мере утратило престиж вследствие ряда политических и экономических явлений.

К настоящему времени в российском математическом образовании накопилось много проблем (см. Приложение 1), решение которых является первоочередной задачей настоящей Концепции.

Математическое образование является частью экономического потенциала страны, обеспечивая квалифицированную рабочую силу во всех сферах деятельности.

Изучение и преподавание математики играет ключевую роль в образовательной системе; с одной стороны оно обеспечивает готовность учащихся к применению математики в других областях, с другой стороны – выступает в роли системообразующего звена, существенно влияя на интеллектуальную готовность школьников и студентов к учению, а также на содержание и методики преподавания многих школьных предметов.

В современной России математическое образование должно ориентироваться на достижение индивидуальных образовательных целей каждого гражданина и на обеспечение потребностей государства в высоко квалифицированных кадрах . Вузы и научные центры долж-

ны обеспечить передовой уровень фундаментальной и прикладной математической науки, соответствующий потребностям экономики России. Поставленная цель создания 25 млн высококвалифицированных рабочих мест потребует хорошего математического обучения миллионов специалистов разных профессий, а также, по консервативным оценкам, подготовки 50 тысяч прикладных математиков и 5 тысяч ученых, занимающихся теоретической математикой.

Разнообразие интеллектуальных потребностей и сфер профессиональной деятельности обуславливает варьирование содержания и уровня математической подготовки для разных людей.

Основные цели математического образования в современной России.

- 2.1. Обеспечение населения математической грамотностью, необходимой для успешной жизни в современном обществе.
- 2.2. Развитие у людей мыслительного творчества и критического мышления, умения доказательно рассуждать, умения учитывать различные факторы при принятии решений.
- 2.3. Обучение квалифицированных специалистов, способных применять математические методы при решении прикладных и производственных задач.
- 2.4. Кадровое и научное обеспечение оборонной промышленности и вооруженных сил, необходимое для обороноспособности и безопасности страны.
- 2.5. Создание новых математических знаний, необходимое для развития самой математики, науки и культуры в целом.

Значимыми факторами эффективного математического образования является качественная подготовка учителей и преподавателей математики для всех ступеней, а также престиж и социальная защищенность преподавательской профессии.

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ЦЕЛИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ

3.1. Настоящая концепция исходит из следующих положений:

- 3.1.1. Каждый гражданин России, независимо от возраста, имеет право на бесплатное математическое образование, учитывающее его профессиональную направленность и индивидуальные интеллектуальные запросы. Система математического образования предусматривает равные стартовые возможности и учитывает на каждом этапе уже достигнутый уровень.
- 3.1.2. Математическое образование осуществляется в образовательных учреждениях дошкольного, основного, профессионального и дополнительного образования, высших учебных заведениях, в семье, в форме самообразования, а также в форме общественных образовательных объединений. Ответственность за результаты математического образования гражданина Российской Федерации совместно несут государство, родители и сам гражданин.
- 3.1.3. Основным заказчиком массового общего математического образования является общество. Государство формирует этот заказ на всех уровнях, исходя из потребностей промышленности и бизнеса, научно-исследовательской базы страны, здравоохранения, институтов государственного управления и образования, и обеспечивает поддержку, в том числе – финансирование этого заказа.
- 3.1.4. В общественных интересах государство осуществляет административную, законодательную и финансовую поддержку фундаментальных и прикладных математических исследований, соответствующих потребностям науки, культуры, экономики и военно-промышленного комплекса России.

3.1.5. Различные сегменты математического образования важны и взаимно необходимы. Среди них, например: взаимодействие мировых математических лидеров; освоение фундаментальной математики студентами прикладной математики, информационных технологий, будущими инженерами, профессионалами экономики и управления; создание сред и ситуаций математического открытия и взаимодействия для дошкольников, подготовка их воспитателей и родителей.

3.2. Настоящая концепция предлагает комплекс мер, в результате которых:

3.2.1. Математическое образование и наука в России станут современными, в должной степени участвующими в обеспечении России позиции передовой научно, технологически и экономически развитой державы. Имеющийся задел в математическом образовании и науке позволит обеспечить опережающие развитие математики и поддержку развития других областей науки и технологий.

3.2.2. Будет создана система непрерывного многоуровневого математического образования, учитывающего профессиональную направленность, индивидуальные интеллектуальные запросы и уже достигнутый уровень каждого гражданина России вне зависимости от возраста, предусматривающего равные стартовые возможности..

3.2.3. Математика в России станет привлекательной областью знания и деятельности. Государство расширит свою поддержку популяризации математических знаний, математической деятельности и математического образования

3.2.4. Будут разработаны индикаторы и критерии оценки эффективности труда, учитывающие специфику деятельности различных категорий математиков, математических образовательных организаций и подразделений.

3.2.5. Повысится профессиональный уровень работающих и будущих педагогов-математиков, будут реализованы меры их материальной поддержки

3.2.6. Получат поддержку лидеры математического образования: организации и отдельные педагоги, появятся новые активные и молодые лидеры

3.2.7. Будет обеспечена возможность бесплатного продуктивного освоения любых областей математики, в том числе – в форме самообразования, в частности – бесплатный доступ к цифровым образовательным ресурсам.

4. ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

4.1. ВЫСШЕЕ И ПОСЛЕДИПЛОМНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ НАУКА

4.1.1. Вузы и научные центры должны обеспечить передовой уровень математических фундаментальных и прикладных исследований и математического образования.

4.1.2. Для эффективного функционирования системы высшего образования необходимо обеспечить достаточное количество квалифицированных преподавателей математики всех уровней.

4.1.3. Необходимо интегрировать российскую математику в мировую науку, обеспечить достижение математическими факультетами ведущих российских университетов высоких позиций в мировых рейтингах, рост количества и цитируемости работ российских математиков, рост привлекательности российского математического образования для иностранных студентов и профессоров.

4.1.4. Система последиplomного образования должна обеспечивать переподготовку и повышение квалификации кадров для нужд российской промышленности и научно-технического сектора, медицины и образования. Отдельной задачей яв-

ляется включение высших учебных заведений в работу по математическому просвещению и популяризации математических знаний среди населения России.

4.2. СРЕДНЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

4.2.1. Математическое образование в школе должно:

- предоставлять каждому учащемуся возможность достижения уровня математических знаний в соответствии с его способностями, достаточного для дальнейшей успешной жизни в обществе;
- подготавливать необходимое число выпускников, обладающих математическими компетенциями, достаточными для продолжения образования в областях, требующих математической подготовки;
- обеспечивать каждого школьника развивающей интеллектуальной деятельностью на доступном уровне.

4.2.2. В содержании математического образования должен быть увеличен вес разделов: геометрия, анализ данных, а в повышенном и высоком уровне - статистика, логика, математическая информатика.

4.2.3. Содержание и методика преподавания должны учитывать и активно использовать связь познавательной деятельности учащихся с современной информационной средой, в которой учащиеся находятся все больше времени.

4.3. ДОШКОЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Семья и система дошкольного образования должны обеспечивать интеллектуальное развитие ребенка, в том числе формирование первичных математических образов и понятий.

4.4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ, ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Целью системы массового математического просвещения является непрерывная поддержка и повышение уровня математических знаний, как в профессиональной сфере, так и для удовлетворения любознательности человека и его общекультурных потребностей.

5. НЕОБХОДИМЫЕ МЕРЫ

5.1. ВЫСШЕЕ И ПОСЛЕДИПЛОМНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ НАУКА

Качество высшего и последиplomного обучения математике связано с уровнем исследований в российских университетах и институтах. Для повышения уровня преподавания и исследований предлагаются следующие меры.

5.1.1. В области поддержки кадров.

- Создание в университетах учебно-исследовательских позиций, привлекательных для высококвалифицированных специалистов и перспективной молодежи, проведение открытых конкурсов на занятие вакантных позиций.
- Введение позиций федеральных профессоров, занимаемых на основе общероссийских конкурсов и конкурентоспособных на международном уровне.
- Введение двух-трехлетних временных позиций в ведущих вузах для молодых кандидатов наук (постдок), как с федеральным, так и с вузовским финансированием.
- Введение оплачиваемых отпусков преподавателей и исследователей продолжительностью 6–12 месяцев раз в 5–7 лет для научной работы и длительной стажировки в ведущих университетах России и мира, поддержанных федеральной программой.

- Стимулирование участия сотрудников институтов РАН в преподавании. Создание институтами РАН самостоятельно или совместно с ведущими университетами научно-образовательных центров, реализующих аспирантские и магистерские программы мирового уровня.

- Финансирование научной и преподавательской деятельности на конкурсной основе через специальные фонды (подобные РФФИ) с грантами на школы, конференции, стажировки, исследования, в том числе долгосрочными грантами на перспективные проекты.

- Автоматическое предоставление профессорам и молодым исследователям долгосрочных федеральных и вузовских надбавок к зарплате и грантов при условии наличия публикаций в высоко-рейтинговых журналах за последние несколько лет.

5.1.2. В области поддержки институтов и факультетов.

- Определение минимальных требований к уровню математической подготовки абитуриентов математических специальностей, а также направлений, для которых математика является профильным предметом.

- Увеличение числа бюджетных мест в бакалавриате и магистратуре по математическим специальностям на факультетах, имеющих высокий конкурс среди абитуриентов и осуществляющих высококачественные современные образовательные программы.

- Создание российских баз данных по результатам исследовательской деятельности в области математики и математического образования и на их основе разработка научно обоснованной системы измерения эффективности исследовательской работы и преподавания.

- Обеспечение дополнительного финансирования образовательных программ мирового уровня на основании объективных независимых критериев, включающих, в том числе, уровень научных результатов магистров и аспирантов и публикационную активность преподавателей.

5.1.3. В области международной интеграции.

- Обеспечение благоприятного визового режима для студентов-математиков и математиков-исследователей со всего мира. Привлечение студентов из стран с высоким уровнем математической подготовки школьников. Финансирование англоязычных образовательных программ при условии участия

- в них достаточного количества иностранцев из-за пределов СНГ.

- Приглашение иностранных профессоров на краткосрочные и долгосрочные научно-исследовательские и образовательные программы.

- Доведение максимальной продолжительности аспирантуры по математическим направлениям до четырех лет. Предоставление возможности представления и защиты диссертации на английском языке.

- Проектирование и строительство на конкурсной основе 3 – 4 международных математических центров, основанных на опыте ведущих мировых институтов для привлечения выдающихся ученых со всего мира, подготовки аспирантов, повышения квалификации исследователей и преподавателей, проведения международных конференций и научного обмена.

- Обеспечение доступности математических знаний и математического образования любого уровня на русском языке через открытые интернет-ресурсы и печатные издания.

5.1.4. В области информационных технологий.

- Поддержка дистанционного образования на основе современных технологий (edX, Coursera и т.п.), участия студентов в курсах, проводимых ведущими российскими и зарубеж-

ными университетами; стимулирование разработки современных учебных курсов и лекционных курсов открытого доступа.

- Стимулирование российских публикаций в ведущих международных математических журналах, повышение качества российских журналов, их поддержка при условии достижения высоких импакт-факторов и иных критериев эффективности.
- Обеспечение централизованного доступа российских университетов к мировым информационным ресурсам. Создание общедоступной библиотеки оцифрованной математической литературы.

5.2. ДОШКОЛЬНОЕ И СРЕДНЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

5.2.1. Все формы математического образования детей дошкольного возраста призваны обеспечить посильный объем интеллектуальных упражнений, способствовать успешному последующему обучению в школе. Нужны общедоступные учебные и познавательные материалы. Учебные программы по математике начальной школы должны исходить из того, что школьники владеют первичными представлениями о количестве и форме.

5.2.2. На ступени основной и средней полной школы необходимы следующие меры:

- Выделение трех уровней математической подготовки школьников: *базовый* (общая математическая грамотность), *повышенный* (необходимый для работы или продолжения образования в областях, где используется математика) и *высокий* (характеризующий способность к творческой деятельности в математике и областях, требующих применения математики).
- Школьное математическое образование должно строиться, исходя из задачи достижения всеми учащимися базового уровня и значительной частью учащихся повышенного уровня не позднее окончания полной средней школы.
- Создание государственной сертификации уровней школьной математической подготовки. Достижение базового уровня контролируется в основном при окончании основной школы. Достижение повышенного и высокого уровней – при окончании полной средней школы.
- Для каждого образовательного уровня необходимо сформулировать примерное содержание математического образования в виде общедоступных баз учебных и контрольных заданий.
- Обеспечение каждому учащемуся, независимо от места и условий проживания, возможности достижения любого из уровней математического образования.
- Создание механизмов компенсирующего математического образования в виде поддержки школьников во внеурочное время, как в виде очных занятий, так и через сеть интернет-курсов.
- Допускается отказ от полного дедуктивного построения общеобразовательных школьных про-грамм по математике. В основе же обучения на высоком уровне может лежать дедуктивный курс
- Для эффективной реализации программы уровневого обучения необходима система мониторинга индивидуальных учебных траекторий школьников начиная с первого года обучения.
- Для учащихся, достигших базового уровня и не претендующих на достижение повышенного уровня, на ступени старшей школы должна быть предусмотрена возможность развивающего обучения математике.
- Для учащихся, не достигших базового уровня математической подготовки к окончанию основной школы, дальнейшее математическое образование на старшей ступени средней школы должно проводиться по компенсирующим программам, позволяющим подготовиться к выполнению сертификационных испытаний.

- Вступительные требования к математической подготовке абитуриентов вузов должны быть приведены в соответствие с уровневой системой школьного математического образования. Для каждого направления подготовки должен быть определен необходимый уровень подготовки абитуриентов. Абитуриент, не достигший соответствующего уровня, не может быть принят в высшее учебное заведение на данное направление,
- Система уровневой дифференциации и сертификации не предполагает негативных социальных последствий для неуспешного учащегося.
- Никакое изменение содержания математического образования не должно сопровождаться сокращением объема интеллектуальной деятельности.
- Необходимо усиление роли творческих заданий в образовательном процессе
- Необходимо сохранять лучшие традиции российского математического образования и учительства, которые предписывают найти и раскрыть потенциал каждого учащегося, никогда не оставляя попыток разбудить в учащемся любопытство и вкус к знаниям.

5.2.3. В России живет и работает множество замечательных учителей – лидеров математического образования, способных не только к творческой деятельности, но и к просветительской работе среди учителей. Этим лидерам необходима поддержка. В области поддержки, подготовки и переподготовки кадров необходимы следующие меры:

- поддержка лидеров математического образования, осуществляющих высококачественную подготовку учащихся школ, а также ведущих активную методическую, просветительскую и учебную работу среди учителей;
- создание механизма двусторонней связи между школой и системой подготовки и переподготовки учителей математики, позволяющих наиболее эффективно использовать потенциал каждого отдельного учителя;
- работа по направленному поиску будущих учителей, повышение привлекательности учительской профессии для наиболее подготовленных студентов математических факультетов университетов и педагогических вузов;
- Стимулирование участия ведущих учёных, преподавателей вузов в методической и учебной работе средней школы
- Необходима федеральная и региональная поддержка среды развития учащихся, одаренных в области математики, включающую поддержку кружков, летних и зимних школ, специализированных школ и школ-интернатов, в том числе при ведущих университетах, системы математических олимпиад.

5.3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ, ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ МАТЕМАТИКИ

Математическое просвещение и дополнительное образование осуществляется в виде математических кружков для школьников, интеллектуальных соревнований разных уровней, публичных общедоступных математических ресурсов (в частности, в Интернете), публичных математических курсов при образовательных учреждениях, выездных физико-математических школ, издания научно-популярных книг и журналов..

Математическое просвещение является важной частью популяризации математических знаний, повышения привлекательности математической области знания. Необходимы следующие меры:

- государственная поддержка издания популярной математической и естественнонаучной литературы для детей и школьников разных возрастов, а также для взрослых;
- создание и внедрение массовых популярных лекций по математике и её приложениям на телевидении и в Интернете, радиопрограмм с привлечением ведущих ученых и популяризаторов науки;
- государственная поддержка энтузиастов популяризации математики на всех уровнях от школьных кружков до всероссийских проектов.

5.4. ИНДИКАТОРЫ

- 5.4.1. Нужны индикаторы эффективности математического образования на всех ступенях. Эти индикаторы должны учитывать прогресс, достигнутый учащимися в ходе образовательной деятельности. Индикаторы, оценивающие деятельность вузов, должны опираться на внешнюю оценку знаний выпускников, в том числе оценку, данную работодателями.
- 5.4.2. Нужны индикаторы для объективной и независимой оценки учебных достижений и уровня математической грамотности различных групп населения.
- 5.4.3. Необходима группа индикаторов эффективности математической деятельности российских ученых и исследовательских организаций. Индикаторы этой группы должны учитывать результаты международных экспертиз и публикационную активность. В части прикладных математических исследований индикаторы должны опираться, в частности, на степень востребованности разработанных приложений в России и в мире.
- 5.4.4. Необходима группа индикаторов, с помощью которых можно оценивать интенсивность и эффективность реализации настоящей Концепции.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, НАКОПИВШИЕСЯ В РОССИЙСКОМ МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Сложившаяся в России система математического образования является прямым наследником советской системы, перенявшим как достоинства, так и серьезные недостатки.

Мотивационные проблемы. Низкая мотивация учащихся и студентов к приобретению математических знаний связана с общественной недооценкой значимости математического образования. Также на низкую мотивацию влияет то, что программы не учитывают запросы и способности каждой личности, слабо связаны с задачами профессиональной подготовки. Другая причина низкой мотивации – перегруженность школьной математики излишними знаниями и техническими элементами. Начиная с 6 класса, у многих учащихся вырабатывается негативное отношение к математике как к непонятному и ненужному предмету, который невозможно освоить. Проблема усугубляется тем, что негативным отношением к математике проникнуто уже два поколения, поэтому в значительной части семей родители не могут поддержать учебную мотивацию учащихся. Третья причина низкой мотивации – отсутствие в современной российской школе ответственности учащихся за результаты своего образования, являющееся следствием сложившегося потребительского отношения к школе.

Сейчас большинство российских вузов не формирует у студентов современные научные взгляды, не побуждает их к исследованиям; карьера ученого и преподавателя непривлекательна.

Избыточное единство требований к результатам образования. Традиционно в отечественной массовой школе математическое образование единообразно и маловариативно. Переход к всеобщему полному (среднему) образованию без обеспечения реальной дифференциации программ и требований усилил перегрузку школ, учащихся и учителей, привел к низкой эффективности учебного процесса. Единые требования к результатам математического образования, выраженные в аттестационных процедурах, нереалистичны, в полном своем объеме, для значительной части учащихся. Это приводит к подмене образования «натаскиванием» на сдачу экзамена. Больше половины учащихся, окончивших основную школу, не готовы к продолжению математического образования в старшей школе. В условиях, когда от образовательных учреждений требуется стопроцентная успеваемость, результаты обучения часто завышаются с целью показать формальное выполнение универсальных требований. Это приводит к нетерпимому явлению – нечестности образования. В то же время другие учащиеся, обучаясь по единым программам, интеллектуально недогружены, их результаты ниже, чем могли бы быть.

Содержательные проблемы и неэффективность. Третья группа проблем связана с моральным старением стандартных математических курсов средней и высшей школы. В большинстве вузов образовательные программы почти не менялись десятилетиями и не учитывают современные потребности, математика преподается формально, без контроля степени усвоения и определенной цели. В высшей школе отсутствуют современные исследования. Курсы линейны, слабо выражены механизмы уровневой дифференциации, корректировки знаний. Другой недостаток – отсутствие связи обучения с потребностями будущих специалистов в специфических математических знаниях и методах. Таким образом, время, отведенное на изучение математики, как правило, используется неэффективно. К этой же группе проблем относится недостаточное использование существующих компьютерных технологий при изучении математики.

Как следствие перечисленных явлений в обществе сформировалось ошибочное мнение, что значительная часть школьников и студентов не способна к усвоению математики.