
Г. С. Ковалева, Л. О. Денищева, Н. В. Шевелева

Статья поступила
в редакцию
в сентябре 2011 г.

ПЕДВУЗЫ ДАЮТ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ, НО ИХ ВЫПУСК- НИКИ НЕ СПЕШАТ В ШКОЛУ (по результатам *TEDS-M*)

Аннотация

Представлен краткий обзор основных результатов международного сравнительного исследования TEDS-M. Российские студенты последнего курса вузов, получающие квалификацию учителя начальной школы и учителя математики, продемонстрировали результаты по математике и методике преподавания математики, превышающие средние международные показатели. Показаны сильные и слабые стороны профессиональной подготовки российских выпускников. Выявлены различия в результатах выпускников педагогических вузов и госуниверситетов. Обнаружена связь качества педагогической подготовки будущих учителей с их установками в отношении преподавания математики — ориентацией на концептуальную модель и когнитивно-конструктивистский подход к обучению математике или на вычислительную модель и подход к обучению, основанный на прямой передаче знаний.

Ключевые слова: международные исследования в образовании, *TEDS-M*, педагогическое образование, математика, начальная школа, средняя школа, методика преподавания математики.

В 2006 г. Международная ассоциация по оценке образовательных достижений IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) по запросу ряда стран инициировала первое кросс-национальное исследование TEDS-M (Teacher Education Study in Mathematics) по изучению систем педагогического образования и оценке качества подготовки будущих учителей математики начальной и средней школы. Россия была приглашена к участию в этом исследовании.

Организаторы исследования TEDS-M в России поставили перед собой задачу получить достоверную информацию о качестве педагогического образования в стране с точки зрения международных стандартов качества.



Подводя итоги проведенного исследования, нельзя не отметить наличие значительных трудностей в проведении подобных обследований в вузах, сборе необходимой информации, которая бы соответствовала основным требованиям к исследованиям подобного типа по обеспечению валидности и надежности полученных результатов.

Цель данной статьи состоит в том, чтобы представить наиболее значимые результаты исследования TEDS-M, привлечь к ним внимание профессионального сообщества и инициировать серию исследований для более глубокого анализа полученных результатов¹.

Задачи, поставленные перед исследованием TEDS-M, являются традиционными для сравнительных исследований качества образования: оценить качество педагогического образования в разных странах мира; определить различия в системах подготовки педагогических кадров в странах-участницах; выявить факторы, определяющие наиболее эффективные системы педагогического образования.

Исследование проводилось на представительных выборках студентов последнего года обучения (будущих учителей) в образовательных учреждениях, присваивающих квалификацию учителя начальной школы и учителя математики основной и средней школы. Всего исследованием были охвачены около 22 тыс. будущих учителей и около 5 тыс. преподавателей более чем из 500 образовательных учреждений 17 стран (Ботсвана, Германия, Грузия, Испания, Канада, Малайзия, Норвегия, Оман, Польша, Российская Федерация, Сингапур, США, Тайвань, Таиланд, Филиппины, Чили, Швейцария)². Основным этапом исследования был проведен в 2008 г. Он включал анкетирование и тестирование студентов — будущих учителей, анкетирование их преподавателей и администрации вузов.

Уникальность TEDS-M заключается в том, что это было первое сравнительное исследование, в ходе которого оценивалось качество высшего образования на основе стандартизированного тестирования представительной выборки выпускников вузов. В нем впервые была поставлена задача разработать методологию оценки различий в программах педагогического образования.

Для проведения исследования в России были сформированы две представительные выборки студентов последних курсов вузов, реализующих программы педагогического образования: первая — из выпускников вузов, присваивающих квалификацию учителя начальной школы, вторая — из выпускников вузов, присваивающих

Дизайн исследования TEDS-M

¹ Более подробную информацию можно найти на сайте Центра оценки качества образования Института содержания и методов обучения Российской академии образования: <http://www.centeroko.ru> и на сайте международного координационного центра исследования TEDS-M: <http://teds.educ.msu.edu>

² Испания и Оман участвовали только в одном из двух направлений изучения педагогической подготовки: Испания — учителей начальной школы, а Оман — учителей средней школы.

квалификацию учителя математики средней школы. По специальной международной методике были отобраны 2266 студентов 5-го курса факультетов начального образования из 49 государственных университетов, педагогических университетов и институтов и 2141 студент 5-го курса математических факультетов из 48 государственных университетов, педагогических университетов и институтов. В исследовании также приняли участие 1212 преподавателей математики, методики преподавания математики и педагогики из 56 вузов, которые обучали отобранных студентов³. В отдельных вузах были представлены обе выборки студентов.

В России исследование TEDS-M осуществлялось специалистами Центра оценки качества образования Института содержания и методов обучения Российской академии образования совместно с преподавателями Московского городского педагогического университета при активном участии Министерства образования и науки РФ и Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки. Анализ результатов осуществлялся при поддержке Национального исследовательского университета «Высшей школы экономики».

Исследование TEDS-M было ориентировано на получение информации для разных пользователей. Политики в области образования получили сведения об организации вузов и образовательных программ в странах, демонстрирующих наивысшие результаты в подготовке учителей математики. Для специалистов в области педагогического образования предназначена информация о критериях эффективности программ педагогического образования и факторах, определяющих эффективность этих программ. Специалисты в области обучения математике могут почерпнуть из материалов исследования данные о стандартах качества подготовки учителей математики и условиях их подготовки. Специалисты в области педагогических измерений имеют возможность познакомиться с методологией оценки профессиональной компетентности.

В целом получена достаточно полная информация о системах педагогического образования в странах — участницах исследования, а также о том, какие реальные знания могут продемонстрировать будущие учителя математики и насколько они подготовлены к работе в современных условиях. Для России впервые получены сравнительные данные, которые можно использовать для оценки качества педагогического образования в стране.

Показатели качества педагогического образования

Качество педагогического образования оценивалось непосредственно в ходе измерения уровня и качества подготовки будущих учителей в конце обучения в вузе, а также в ходе анализа организации и функционирования системы обеспечения качества педагогического образования.

³ Опрашивались все преподаватели, которые вели у отобранных студентов математику, методику преподавания математики, педагогику и психологию.

Одна из гипотез исследования TEDS-M состояла в том, что различия в результатах подготовки будущих учителей могут объясняться различиями в системах педагогического образования, а именно в организации системы обеспечения качества подготовки как самих будущих учителей, так и программ педагогического образования.

В ходе анализа рассматривались механизмы обеспечения качества педагогического образования и организационные структуры, вовлеченные в процесс обеспечения качества на этапе набора студентов и их подготовки. Дополнительно собиралась контекстная информация о функционировании системы педагогического образования с целью выявления факторов, влияющих на качество педагогического образования.

Концептуальная модель международного исследования TEDS-M представлена на рис. 1. На нем обозначены группы характеристик, для получения информации по которым и разрабатывался инструментарий TEDS-M.

Рис. 1. Концептуальная модель исследования TEDS-M
(Приводится по презентации: S. Blomete, U. Suhl, R. T. Houang. *Diagnosing specific strengths and weaknesses of teacher education by using different approaches to modeling multidimensionality*)



Подготовка будущих учителей оценивалась по сформированности педагогических компетенций в конце обучения в вузе по математике и методике преподавания математики, а также установок по отношению к математике, преподаванию и изучению математики.

Контекстная информация включала:

- основные характеристики будущих учителей (демографические, мотивация, школьный опыт и др.);
- основные характеристики преподавательского состава (демографические, профессиональные, отношения и установки);
- основные характеристики системы педагогического образования, такие как программы обучения (структура, учебный план), возможности обучения, т. е. основное содержание курсов, организация и проведение педагогической практики, связь теории с практикой и др.;
- показатели, характеризующие отношение общества к школе в данной стране (зарплата и статус учителей, оценка эффективности педагогического образования и др.).

Уникальной особенностью проведенного исследования было использование единого инструментария для оценки отдельных аспектов педагогического образования посредством опроса студентов и их преподавателей.

Инструментарий TEDS-M 2008 г. включал:

- тесты и анкеты для будущих учителей математики средней школы (три варианта);
- тесты и анкеты для будущих учителей начальной школы (пять вариантов);
- анкету для преподавателей математики, методики преподавания математики и общей педагогики;
- анкету по программе учебного заведения;
- методическое обеспечение организации и проведения исследования (руководство для национальных координаторов по организации и проведению исследования, руководство для координаторов вузов, руководство по проведению тестирования, руководства по проверке заданий со свободными ответами, руководство по вводу данных и др.);
- программное обеспечение по отбору участников и вводу полученных данных.

В ходе подготовки к проведению исследования были выявлены значительные различия в организации подготовки будущих учителей (по классам и предметам) в разных странах мира. Даже содержание понятий «начальная школа» и «средняя школа» в разных странах не одинаково. В связи с этим для более объективного анализа полученных данных в системах подготовки учителей в странах были выделены шесть групп по двум основаниям: классы, для преподавания в которых готовились учителя, и специализация учителя (общая или предметная). В табл. 1 представлено распределение стран в соответствии с принятой структурой подготовки будущих



учителей, которое использовалось при анализе результатов исследования TEDS-M.

Таблица 1 **Распределение стран в соответствии с принятой структурой подготовки будущих учителей в исследовании TEDS-M**

Программа педагогического образования	Специализация учителей	Страны
Начальная школа	Начальная школа, 1–4-й классы, основные предметы	Грузия, Германия (программа 1), Польша, Россия, Швейцария
	Начальная школа, 1–6-й классы, основные предметы	Тайвань, Филиппины, Сингапур (программа 1), Испания, Швейцария
	Начальная/основная школа, 1–10-й классы, основные предметы	Ботсвана, Чили, Норвегия (основная школа)
	Начальная школа, математика	Германия (программа 2), Малайзия, Польша, Сингапур (программа 2), Таиланд, США
Основная и средняя школа	Основная школа (до 10-го класса), математика	Ботсвана (основная школа), Чили, Германия (программа 1, основная школа), Филиппины, Польша, Сингапур (программа 1, основная школа), Швейцария, Норвегия (программы 1, 2, основная школа), США (основная школа)
	Основная и средняя школа (до 11-го класса и выше), математика	Ботсвана (средняя школа), Тайвань, Грузия, Германия (программа 2, средняя школа), Малайзия, Оман, Польша, Россия, Сингапур (программа 2, средняя школа), Таиланд, Норвегия (средняя школа), США (средняя школа)

Основные характеристики российских студентов и преподавателей в TEDS-M

Способ формирования выборки студентов в TEDS-M позволяет расценивать полученные в исследовании результаты как характеристику генеральной совокупности выпускников вузов, которым присваивается квалификация учителя начальной школы и учителя математики средней школы.

Выпускники педагогических факультетов, получающие квалификацию учителя начальной школы, — это в основном молодые женщины (94% выборки). Средний возраст выпускников в 2008 г. составил 24,2 года. Для 93% выпускников русский язык является родным.

До поступления в вуз 74% из них окончили обычные общеобразовательные школы (обучались на базовом уровне), 21% учились в профильных классах, 5% — в школах или классах с углубленным изучением отдельных предметов.

По уровню учебных достижений до поступления в вуз 45% охарактеризовали себя как имевших самые высокие оценки среди учащихся своего класса, 35% имели оценки выше средних, 20% — ближе к средним. По мнению их преподавателей, на данную программу обучения поступают абитуриенты, академическую подготовку которых можно охарактеризовать следующим образом: 14% — абитуриенты с высоким уровнем подготовки в данной возрастной группе, 24% — с уровнем выше среднего и 62% — среднего уровня подготовки.

В качестве основания поступления именно в педагогический вуз 91% выбрали ответ «Я люблю работать с детьми», 64% — «Я хочу оказывать влияние на будущее поколение», 59% — «Я считаю, что у меня талант к преподаванию». При этом больше половины выпускников факультетов начального образования педагогических вузов (58%) не считают преподавательскую деятельность многообещающей. Только 31% будущих учителей начальной школы выбрали ответ «Я люблю математику».

Не все выпускники педвузов связывают свое будущее с преподавательской деятельностью: только каждый пятый выбрал ответ «Я предполагаю, что это будет моей профессией на всю жизнь». Остальные в этом не уверены, 21% считают, что они не будут работать учителями.

Выпускники математических факультетов, получающие квалификацию учителя математики средней школы, — это также в основном молодые женщины, но молодые мужчины здесь составляют уже почти 30% выборки. Средний возраст выпускников в 2008 г. составил 22 года. Для 93% из них русский язык является родным.

Обычные общеобразовательные школы на базовом уровне закончили чуть больше половины будущих учителей математики (55%), 34% учились в профильных классах, 11% — в школах или классах с углубленным изучением отдельных предметов.

По уровню подготовки в школе 65% охарактеризовали себя как имевших самые высокие оценки среди учащихся своего класса, 25% имели оценки выше средних, 10% — ближе к средним.



По мнению их преподавателей, на данную программу обучения поступают абитуриенты, академическую подготовку которых можно охарактеризовать следующим образом: 16% абитуриентов с высоким уровнем подготовки в данной возрастной группе, 44% — с уровнем выше среднего и 40% — среднего уровня подготовки.

В качестве основания для поступления именно в педагогический вуз 78% выбрали ответ «Я люблю математику», 66% — «Я люблю работать с детьми», 45% — «Я хочу оказывать влияние на будущее поколение», 40% — «Я считаю, что у меня талант к преподаванию». При этом большинство выпускников математических факультетов педвузов (73%) не считают преподавательскую деятельность многообещающей. Только 5% выпускников предполагают, что преподавательская деятельность будет их профессией на всю жизнь. Остальные в этом не уверены, около 40% считают, что они не будут работать учителями.

Преподаватели вузов, которые вошли в выборку исследования TEDS-M, преподавали отобранным студентам математику и методику преподавания математики (77% выборки), педагогику и психологию (21%). Женщины составили 70% среди преподавателей математики и методики преподавания математики и 85% среди преподавателей педагогики и психологии, что значительно выше, чем во всех остальных странах — участницах исследования.

В составе выборки было 12% профессоров, 54% доцентов, 23% старших преподавателей и 9% ассистентов. Педагогическое образование имели 88% преподавателей. 74% участников — кандидаты или доктора наук, 25% из них получили степень кандидата или доктора наук в области математики, 18% — в области преподавания математики, 25% — в области педагогики и 6% — в других областях.

В 2008 г. 20% преподавателей работали в школе дополнительно к основной работе в вузе.

В результате анализа программ обучения специалистов в странах — участницах проекта получено согласованное мнение о содержании оценки готовности будущих учителей по математике и методике преподавания математики.

Математическая подготовка будущих учителей оценивалась по результатам выполнения заданий из курсов математики основной и начальной школы (для будущих учителей начальной школы) и курсов высшей математики и математики средней школы (для учителей средней школы) по следующим разделам математики: числа и действия с ними (арифметика), алгебра и функции, геометрия и измерения, данные и шансы. Оценивалось знание курса математики, который учителя должны преподавать, а также знание курса, к изучению которого они должны подготовить учащихся, обеспечивая тем самым преемственность обучения.

Задания по методике преподавания математики были разделены на три группы, тестиовавшие соответственно знание школьной

Предметная и методическая подготовка будущих учителей

программы изучения математики, планирования обучения и непосредственно методики преподавания. Большинство заданий имело системный характер: в них не просто проверялись знания о контролируемом математическом объекте, а выстраивался комплекс вопросов, отражающих практически весь спектр его применения. Причем большинство заданий включало вопросы как по математике, так и по методике преподавания математики.

Сравнение результатов выполнения тестов российскими студентами с международными критериями показало, что по основным направлениям оценки они превышают средний международный показатель (табл. 2 и 3)⁴.

Таблица 2
Результаты будущих учителей начальной школы стран — участниц исследования TEDS-M
1. Математика
2. Методика преподавания математики

Страна	Средний балл по международной шкале	Ошибка измерения
Тайвань	623	4,2
Сингапур	590	3,1
Швейцария	543	1,9
Россия	535	9,9
Тайланд	528	2,3
Норвегия	519	2,6
США	518	4,1
Германия	510	2,7
Польша	490	2,2
Малайзия	488	1,8
Испания	481	2,6
Ботсвана	441	5,9
Филиппины	440	7,6
Чили	413	2,1
Грузия	345	3,9

Страна	Средний балл по международной шкале	Ошибка измерения
Сингапур	593	3,4
Тайвань	592	2,3
Норвегия	545	2,4
США	544	2,5
Швейцария	537	1,6
Россия	512	8,1
Тайланд	506	2,3
Малайзия	503	3,1
Германия	502	4,0
Испания	492	2,2
Польша	478	1,8
Филиппины	457	9,7
Ботсвана	448	8,8
Чили	425	3,7
Грузия	345	4,9

Источник: [Breaking the cycle: An international comparison of U. S. mathematics teacher preparation. Displays 3–4].

Результаты стран — участниц исследования значительно отличаются друг от друга. В лидирующих странах (Тайвань и Сингапур) большинство будущих учителей имеют уровень подготовки, превышающий средний международный⁵. Различие в средних результатах лидирующих стран и стран, замыкающих спи-

⁴ Более детальная информация о результатах исследования и примеры заданий представлены в [Денищева, Ковалева, Шевелева, 2011], а также в отчете, размещенном на сайте <http://www.centeroko.ru>.

⁵ Средний международный балл — 500 по 1000-балльной шкале (стандартное отклонение — 100).



сок участниц, составляет почти 300 баллов (Тайвань — 623 балла, Грузия — 345 баллов).

Средний балл российских будущих учителей начальной школы по математике ($535 \pm 9,9$ балла) и по методике преподавания математики ($512 \pm 8,1$ балла) статистически значимо превышает **средний международный.**

Российские будущие учителя начальной школы по уровню знаний по математике уступают студентам только трех стран: Тайваня (623 балла), Сингапура (590 баллов) и Швейцарии (543 балла), по методике преподавания математики — студентам пяти стран: Сингапура (593 балла), Тайваня (592 балла), Норвегии (545 баллов), США (544 балла) и Швейцарии (537 баллов).

Таблица 3 Результаты будущих учителей математики средней школы стран — участниц исследования TEDS-M

1. Математика			2. Методика преподавания математики		
Страна	Средний балл по международной шкале	Ошибка измерения	Страна	Средний балл по международной шкале	Ошибка измерения
Тайвань	667	3,9	Тайвань	649	5,2
Россия	594	12,8	Россия	566	10,1
Сингапур	570	2,8	Сингапур	553	4,7
Польша	540	3,1	Швейцария	549	5,9
Швейцария	531	3,7	Германия	540	5,1
Германия	519	3,6	Польша	524	4,2
США	505	9,7	США	502	8,7
Малайзия	493	2,4	Тайланд	476	2,5
Тайланд	479	1,6	Оман	474	3,8
Оман	472	2,4	Малайзия	472	3,3
Норвегия	444	2,3	Норвегия	463	3,4
Филиппины	442	4,6	Филиппины	450	4,7
Ботсвана	441	5,3	Грузия	443	9,6
Грузия	424	8,9	Ботсвана	425	8,2
Чили	354	2,5	Чили	394	3,8

Источник: [Breaking the cycle: An international comparison of U. S. mathematics teacher preparation. Displays 7–8].

Российские выпускники продемонстрировали высокие результаты как по математике (594 балла), так и по методике преподавания математики (566 баллов), уступив только студентам Тайваня (667 и 649 баллов соответственно).

Разброс результатов стран-участниц, так же как и при тестировании будущих учителей начальной школы, достаточно велик. Разница в показателях между лидирующей страной (Тайвань)

и страной, замыкающей список (Чили), составляет более 300 баллов (Тайвань — 667 баллов, Чили — 354 балла).

Результаты исследования подтвердили правильность выбора приоритетов в российском педагогическом образовании, а именно акцент на академичности и фундаментальности профессиональной подготовки. Анализ содержания программ обучения показал, что программы российских вузов в основном соответствуют международным рамочным программам подготовки учителей по математике и методике преподавания математики, разработанным международными экспертами:

- для учителей начальной школы (высшая математика — 0,55⁶, школьная математика — 0,74, методика преподавания математики — 0,78);
- для учителей средней школы (высшая математика — 0,95, школьная математика — 0,92, методика преподавания математики — 0,84).

Представим более детальный анализ качества подготовки будущих российских учителей.

Современный подход к измерениям компетенций предполагает выделение уровней подготовки будущих учителей, при достижении которых можно говорить о сформированности профессиональной компетентности учителя.

Для оценки математической подготовки будущих учителей международными экспертами были выделены два уровня владения материалом: базовый (пороговый) и повышенный; для оценки подготовки по методике преподавания математики был выделен только один, базовый, уровень.

Большинство обследованных российских студентов — будущих учителей начальной школы и учителей математики (около 90%) достигли базового (порогового) уровня профессиональной компетенции по математике, позволяющего преподавать математику в начальной или средней школе, или превысили его, а более половины (57% будущих учителей начальной школы и 61% будущих учителей математики средней школы) достигли или превысили повышенный уровень профессиональной компетенции. При этом около 10% будущих учителей не достигли порогового уровня профессиональной компетенции в соответствии с международными требованиями в конце своего обучения в вузе.

Доля достигших порогового уровня профессиональной компетенции в области методики преподавания математики значительно ниже: только 32% будущих учителей начальной школы и 71% будущих учителей математики.

Результаты российских будущих учителей математики средней школы как по математике, так и по методике преподавания математики в среднем выше, чем соответствующие результаты будущих учителей начальной школы.

⁶ Здесь и далее приводится коэффициент соответствия программ (процент соответствия изучаемых тем).



Анализ результатов выполнения отдельных заданий показывает, что будущие учителя математики достаточно успешно справляются с большинством математических заданий, требующих воспроизведения изученного содержания (определения, теоремы, теоретического факта, алгоритма действий и т. п.), но испытывают затруднения при выполнении заданий, требующих самостоятельного вывода, анализа предложенной математической ситуации или решения поставленной проблемы. Значительное число студентов математических факультетов испытывают трудности при выполнении заданий, связанных с аксиоматическим методом построения теории, с анализом эквивалентности определений понятий и применением фундаментальных математических понятий к решению задач.

В математической подготовке будущих учителей начальной школы имеются определенные пробелы: они хуже овладели геометрической составляющей математической подготовки, что обусловлено, в частности, содержанием стандартов высшего педагогического образования. Студенты допускают типичные для учащихся основной школы ошибки, связанные с незнанием основных свойств изучаемых в общеобразовательной школе числовых множеств, с незнанием различных математических моделей (выражений, уравнений, функций), описывающих реальную или учебную (исследовательскую) ситуацию. Они не умеют проводить простейшее исследование элементарных функций, затрудняются в применении теоретических сведений из геометрии (использование координатного метода для решения задач). Эти умения являются важной составляющей подготовки учителя, преподающего математику в начальной школе, они необходимы учителю для обеспечения преемственности в обучении математике в основной школе.

В ходе исследования проявились недостатки в подготовке, общие для будущих учителей начальной и средней школы, завершающих педагогическое образование. В профиле их подготовки доминирует академическая составляющая по математике и более слабо представлена методика преподавания математики. Кроме того, следует признать недостаточными их навыки:

- организации индивидуальной работы с учащимися с учетом их интересов и способностей;
- соотнесения трудности учебного материала с особенностями контингента учащихся и моделирования заданий разной трудности;
- нахождения разных способов решения задания и обоснования наиболее рационального способа;
- диагностики учебных достижений, выявления типичных ошибок и определения направлений коррекционной работы.

Исследование подготовки будущих учителей проливает свет на одну из причин невысоких результатов российских школьников в международных сравнительных исследованиях образовательных достижений при решении задач, описывающих реальные

жизненные ситуации и требующих применения математики для решения практических проблем: подобные задачи вызывают затруднения и у будущих учителей.

Качество подготовки студентов в разных вузах страны

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о значительных различиях в подготовке по математике и методике преподавания математики будущих учителей начальной и средней школы в различных вузах России. Причем эти различия больше в подготовке учителей математики средней школы (различия средних результатов вузов доходят до 335 баллов по международной шкале), чем в подготовке учителей начальной школы. Разброс результатов внутри вузов также значителен: стандартное отклонение для отдельных вузов находится в пределах от 17 до 123. При этом по математике средние результаты практически всех вузов, присваивающих квалификацию учителя математики средней школы, превышают средний международный балл (т. е. выше 500 баллов). Нижняя граница средних результатов по математике практически для всех российских вузов, присваивающих квалификацию учителя начальной школы, проходит на уровне 450 баллов.

Результаты будущих учителей начальной и средней школы по математике в большинстве вузов выше, чем их результаты по методике преподавания математики. Наибольшее различие наблюдается в вузах с самыми высокими результатами по математике. Различия в результатах студентов по математике и методике преподавания математики в некоторых вузах достигают 70–100 баллов по международной шкале.

В связи с предстоящим реформированием педагогических вузов представляется важным отметить следующее.

1. По результатам выполнения международного теста зафиксирован более высокий уровень подготовки по математике у студентов математических факультетов педагогических вузов по сравнению со студентами государственных университетов. В математической подготовке студентов педвузов и госуниверситетов, которым присваивается квалификация учителя начальной школы, различий не выявлено.
2. Уровень подготовки студентов по методике преподавания математики в педвузах и в госуниверситетах практически одинаков.
3. Студенты, завершающие обучение в государственных университетах, имеют более однородную подготовку (меньше разброс результатов) по сравнению с выпускниками педагогических вузов.

Таким образом, как показали результаты TEDS-M, в разных вузах страны студенты, которым присваивается квалификация учителя начальных классов и учителя математики, получают очень неоднородную подготовку в области математики и методики преподавания математики.



Одним из инновационных направлений исследования TEDS-M в плане разработки методологии и проведения измерений явилось изучение установок будущих учителей по отношению к математике и ее преподаванию, а также их влияния на качество педагогической компетентности будущих учителей.

Методология данной части исследования разработана на основе выделенных в последних исследованиях в области преподавания математики двух моделей установок учителей по отношению в математике и к преподаванию математики, по которым можно дифференцировать деятельность учителей, — концептуальной и вычислительной [Grigutsch, Raatz, Törner, 1998; Lester, 2007].

В основе деятельности учителя, установки которого можно отнести к концептуальной модели, лежит система идей и способов мышления, которыми должны овладеть ученики; явное понимание того, как эти идеи и способы мышления могут быть сформированы; идеи об основных особенностях учебного материала, учебной деятельности и средств обучения, ориентированных на продуктивную деятельность учащихся; ориентация на интеллектуальное вовлечение учащихся как в содержание выполняемых заданий, так и в деятельность по их решению.

Учитель, ориентированный в своих установках на вычислительную модель математики и преподавания математики, будет основываться в своей деятельности на видении математики как области применения вычислений и процедур для получения конкретных числовых результатов. Предпочтение он будет отдавать языку чисел и вычислений, сведению решения задач к вычислениям. Такой учитель, как правило, игнорирует контекст задач.

В ряде исследований было показано, что эти две модели установок соответствуют различным учебным практикам и оказывают определенное влияние на результаты обучения. В частности, Штауб и Штерн установили, что у учителей, разделяющих когнитивно-конструктивистские установки (обучение направлено на формирование системы понятий, основой для понимания изучаемого материала являются формирование новых знаний и реструктурирование имеющихся знаний), учащиеся демонстрируют более высокие результаты в решении сложных математических задач, чем у учителей, которые руководствуются установками на прямую передачу знаний (обучение в основном сфокусировано на овладении базовыми фактами и рутинными процедурами) [Staub, Stern, 2002].

Для оценки установок учителей в исследовании TEDS-M в соответствии с вышеприведенными моделями были введены пять шкал: две шкалы для оценки представлений о сущности математики («Математика — процесс познания» и «Математика — совокупность формул и процедур»), две шкалы для оценки установок в отношении обучения математике («Обучение через самостоятельную деятельность учащихся» и «Обучение по инструкции учителя») и одна шкала для выявления суждений о математических способностях школьников («Способности к математике не изменяются»). В исследовании

Установки студентов по отношению к математике и преподаванию математики

не предполагалось получить дихотомической дифференциации результатов, хотя корреляция парных шкал была отрицательной. Студентам и их преподавателям предлагались 6–8 высказываний по каждой шкале. Они должны были выразить свое мнение по каждому из высказываний, выбрав один из ответов: «полностью не согласен», «не согласен», «скорее не согласен», «скорее согласен», «согласен» и «полностью согласен». При ответе на вопросы по парным шкалам выявлялись предпочтения одной из шкал.

Для установления связи установок с результатами тестирования по математике и методике ее преподавания проводилось шкалирование результатов с использованием современной теории измерений IRT (Item Response Theory).

Как и ожидалось, «чистые установки» будущих учителей в исследовании не были обнаружены. Среди выпускников вузов, получающих квалификацию учителя начальной школы и учителя математики, а также среди их преподавателей нашлись приверженцы и тех, и других установок. При этом в большинстве стран студенты и их преподаватели продемонстрировали большее согласие с установками, соответствующими концептуальной модели и когнитивно-конструктивистскому подходу к обучению математике («Математика — процесс познания» и «Обучение через самостоятельную деятельность учащихся»), чем с установками, соответствующими вычислительной модели и подходу к обучению, основанному на прямой передаче знаний («Математика — совокупность формул и процедур» и «Обучение по инструкции учителя»). Исключение составили несколько стран: Грузия, Филиппины, Малайзия, Ботсвана и Таиланд. Данные для некоторых стран, иллюстрирующие полученные результаты, приведены в табл. 4. Из представленных в ней данных видно, что различия в установках студентов, получающих квалификацию учителя начальной школы и учителя математики, минимальны. Преподаватели в большей степени, чем студенты, ориентированы на концептуальную модель и когнитивно-конструктивистский подход к обучению математике.

Таблица 4

Результаты оценки установок студентов, получающих квалификацию учителя начальной школы и учителя математики, а также их преподавателей для некоторых стран¹

Шкалы	Страны					
	Россия	Сингапур (программы 1 и 2)		Тайвань	Германия (программы 1 и 2)	
«Математика — процесс познания»	11,20 (0,07) ^{2, 3}	11,86 (0,08)	12,28 (0,13)	11,94 (0,04)	11,09 (0,06)	12,16 (0,29)
	11,42 (0,06) ⁴	12,29 (0,19)	11,80 (0,07)	12,08 (0,07)	11,93 (0,13)	12,06 (0,11)
	11,88 (0,05) ⁵		12,29 (0,19)	12,22 (0,20)	12,14 (0,08)	12,14 (0,08)



Шкалы	Страны					
	Россия	Сингапур (программы 1 и 2)		Тайвань	Германия (программы 1 и 2)	
«Математика — совокупность формул и процедур»	10,75	11,06 (0,07)	11,02	10,75	10,09	9,69
	(0,05)	10,98 (0,08)	(0,10)	(0,04)	(0,06)	(0,10)
	10,51	10,21 (0,14)	10,88	10,81	9,73 (0,06)	9,59
	(0,05)		(0,08)	(0,06)	9,55 (0,05)	(0,03)
	10,29		10,21	10,42		9,55
	(0,06)		(0,14)	(0,13)		(0,05)
«Обучение через самостоятельную деятельность учащихся»	11,83	11,72 (0,07)	11,83	12,13	12,18	12,50
	(0,06)	11,67 (0,08)	(0,08)	(0,04)	(0,06)	(0,28)
	11,86	11,89 (0,13)	11,45	12,36	12,12	12,67
	(0,07)		(0,07)	(0,05)	(0,10)	(0,10)
	12,31		11,89	12,53	12,81	12,81
	(0,04)		(0,13)	(0,16)	(0,12)	(0,12)
«Обучение под руководством учителя»	9,65	9,36 (0,05)	9,16	9,12	8,98 (0,04)	8,85
	(0,04)	9,56 (0,06)	(0,08)	(0,03)	8,98 (0,08)	(0,11)
	9,55	9,03 (0,07)	9,46	9,02	8,67 (0,06)	8,77
	(0,03)		(0,04)	(0,04)		(0,06)
	9,14		9,03	8,81		8,67
	(0,03)		(0,07)	(0,17)		(0,06)
«Способности к математике не изменяются»	10,13	9,49 (0,04)	9,45	9,78	9,34 (0,04)	9,21
	(0,04)	9,73 (0,05)	(0,07)	(0,02)	9,16 (0,06)	(0,09)
	10,08	9,50 (0,13)	9,71	9,83	8,92 (0,09)	8,92
	(0,02)		(0,07)	(0,04)		(0,05)
	9,81		9,50	9,59		8,92
	(0,03)		(0,13)	(0,13)		(0,09)

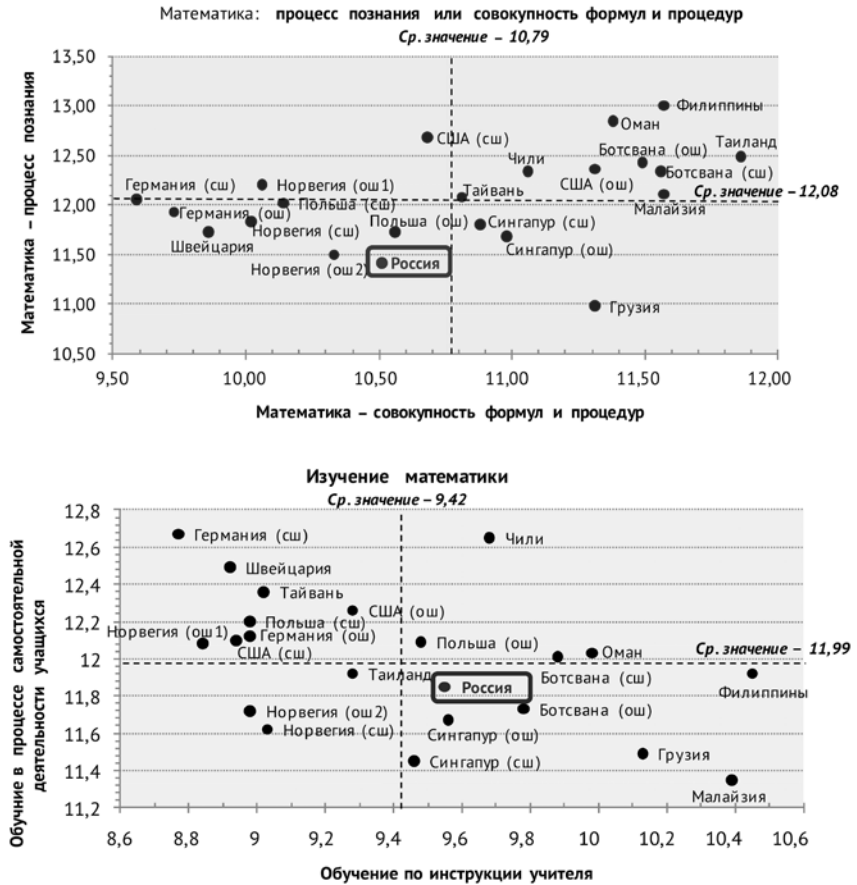
Источник: составлено по данным отчета об исследовании TEDS-M [Findings from IEA study of the mathematics preparation of future teachers. Tables A6.1–A6.15].

- 1 Для каждой шкалы установок 10 баллов — это нейтральная позиция: респондент в равной степени согласен и не согласен с обоими суждениями.
- 2 Здесь и далее среднее значение по шкале и стандартная ошибка измерения.
- 3 Здесь и далее результаты для студентов, получающих квалификацию учителя начальной школы.
- 4 Здесь и далее результаты для студентов, получающих квалификацию учителя математики средней школы.
- 5 Здесь и далее результаты для преподавателей, обучавших студентов двух групп, получающих квалификацию учителя начальной школы и учителя математики (для всех программ вместе).

На рис. 2 представлены результаты изучения установок студентов, получающих квалификацию учителя математики средней школы, по двум парным шкалам для всех стран — участниц исследования.

По результатам анализа международные эксперты относят Россию к группе стран, в которой студенты и преподаватели в целом ориентированы концептуально, но в то же время и установка

Рис. 2. Графическое представление результатов изучения установок студентов, получающих квалификацию учителя математики средней школы, по двум парным шкалам для всех стран — участниц исследования



«Математика — совокупность правил и процедур» достаточно распространена. К данной группе относятся также Чили, Тайвань, Польша, Сингапур и Испания. В группу со значительной поддержкой концептуальной модели и минимальной поддержкой вычислительной модели входят Германия, Норвегия и Швейцария. А к группе с наибольшей поддержкой вычислительной модели отнесены Ботсвана, Грузия, Малайзия, Оман, Филиппины и Таиланд.

Согласие будущего учителя с утверждением «Способности к математике не изменяются» означает его убежденность в том, что некоторые дети не способны освоить математику и никогда ее не освоят. Такая установка оказывает серьезное влияние на характер обучения: учителя, руководствующиеся такими установками, обычно выявляют в классе способных и не способных к математике учеников и концентрируют усилия в основном на развитии



способных детей. Обучение остальных ограничивается освоением базовых знаний и процедур. Такие установки продемонстрировали в России около 26% будущих учителей начальной школы, 25% будущих учителей средней школы и 17% преподавателей.

Практически во всех странах по всем высказываниям по всем пяти шкалам будущие учителя начальной школы в основном солидарны с будущими учителями математики, и обе группы будущих учителей солидарны со своими преподавателями. Расхождения во мнениях выявлены только по очень немногим позициям. Самые большие расхождения во мнениях российских студентов и их преподавателей связаны с формированием математических способностей школьников (табл. 5).

Таблица 5 **Распределение суждений по поводу высказывания «Математические способности относительно неизменны на протяжении всей жизни человека» (%)**

	Полностью не согласен	Не согласен	Скорее не согласен	Скорее согласен	Согласен	Полностью согласен
Будущие учителя математики средней школы	0,8	5,0	14,0	35,9	30,9	13,4
	Область несогласия 19,8%			Область согласия 80,2%		
Их преподаватели	7,2	28,7	37,5	16,7	7,7	2,2
	Область несогласия 73,4%			Область согласия 26,6%		

Значительное большинство будущих учителей математики (80%) согласились с суждением «Математические способности относительно неизменны на протяжении всей жизни человека». В отличие от них только 26,6% их преподавателей выразили согласие с данной установкой. Полученные результаты требуют как дополнительного анализа, так и изучения содержания курсов педагогического образования в области формирования способностей учащихся и ознакомления будущих учителей с последними достижениями психологической и педагогической науки в данной области. Выявленные факты вызывают определенную тревогу в связи с будущей профессиональной деятельностью студентов, заканчивающих педагогические вузы. Учителя, уверенные в том, что математические способности не развиваются в процессе изучения математики, вряд ли будут прилагать особые усилия для организации специальной развивающей деятельности учащихся с низкими результатами обучения и недостаточным интересом к математике.

В табл. 6 представлены данные корреляционного анализа результатов тестирования будущих учителей по математике и методике преподавания математике и результатов оценки их установок

по шкале IRT для стран, показатели по которым были приведены в табл. 4.

Таблица 6 **Корреляция установок студентов, получающих квалификацию учителя начальной школы и учителя математики, с результатами их тестирования по математике и по методике преподавания математики для некоторых стран¹**

Шкалы	Страны			
	Россия	Сингапур	Тайвань	Германия
«Математика — процесс познания»	0,13/0,12 ^{2,3} 0,07/0,08 ⁴	⁵ —/ 0,10/—	0,15/0,13 —/—	0,36/0,28 0,14/—
«Математика — совокупность формул и процедур»	—/—0,07 —/—0,07	—0,11/—0,18 —0,18/—0,11	—/—0,09 —0,21/—	—0,19/—0,21 —/—
«Обучение через самостоятельную деятельность учащихся»	0,11/0,13 0,09/0,11	—/— 0,09/—	0,11/0,09 0,13/—	0,22/0,22 0,18/0,18
«Обучение по инструкции учителя»	—0,15/—0,15 —0,12/—0,12	—0,12/— —0,13/—	—0,17/—0,20 —0,22/—0,10	—0,14/—0,16 —/—
«Способности к математике не изменяются»	—0,13/—0,15 —/—	—/— —/—	—0,10/—0,10 —/—0,10	—0,11/—0,15 —/—0,15

Источник: составлено по данным отчета об исследовании TEDS-M [Findings from IEA study of the mathematics preparation of future teachers. Table 6.7].

- ¹ В таблице указаны только корреляции, которые значимо отличаются от 0 ($\alpha = 0,05$, по одностороннему критерию проверки гипотезы).
- ² Здесь и далее указаны два значения корреляции: слева — с результатами тестирования по математике, справа — с результатами тестирования по методике преподавания математики.
- ³ Здесь и далее результаты для студентов, получающих квалификацию учителя начальной школы.
- ⁴ Здесь и далее результаты для студентов, получающих квалификацию учителя математики средней школы.
- ⁵ Здесь и далее корреляция близка к 0.

Анализ приведенных международных данных показывает, что полученные корреляции имеют небольшое значение, но из 153 корреляций, значимо отличных от нуля, 151 значение поддерживает сформулированную гипотезу о наличии положительной связи между качеством педагогической подготовки будущих учителей и их установками в отношении преподавания математики. На этом основании международные эксперты делают вывод о том, что в результатах будущих учителей проявляются следующие общие тенденции:



- студенты, которые уверенно разделяют⁷ установки «Математика — процесс познания» и «Обучение через самостоятельную деятельность учащихся», имеют более высокий уровень овладения математикой и методикой преподавания математики, чем те студенты, которые уверенно не согласились с данными суждениями⁸;
- студенты, которые уверенно разделяют установки «Математика — совокупность формул и процедур», «Обучение по инструкции учителя» и «Способности к математике не изменяются», имеют более низкий уровень овладения математикой и методикой преподавания математики, чем те студенты, которые уверенно не согласились с данными суждениями.

Установленные связи относительно слабые, но устойчивые во всех странах. Говорить о причинах и следствиях в этих связях пока преждевременно.

Можно лишь с уверенностью утверждать, что исследование TEDS-M выявило наличие во всех без исключения странах устойчивых связей в установках по отношению к математике и ее преподаванию у студентов разных факультетов и их преподавателей. Это позволило международным экспертам сформулировать рекомендации в связи с проводимыми реформами педагогического образования: если планируются изменения в системе педагогического образования, направленные на повышение его качества, то достичь желаемых результатов не удастся, только изменив программу обучения или стандарты педагогического образования. Необходимы системные вложения в переподготовку преподавательского состава педагогических вузов, а также в переподготовку практикующих школьных учителей, т. к. изначальные установки относительно преподавания математики формируются у будущих учителей в школе.

Для выявления связи уровня профессиональной подготовки студентов с их планами на будущее были проанализированы результаты выполнения международных тестов российскими студентами, давшими различные ответы на вопрос «Как вы представляете свое будущее в преподавательской деятельности?». Результаты данного анализа представлены на рис. 3.

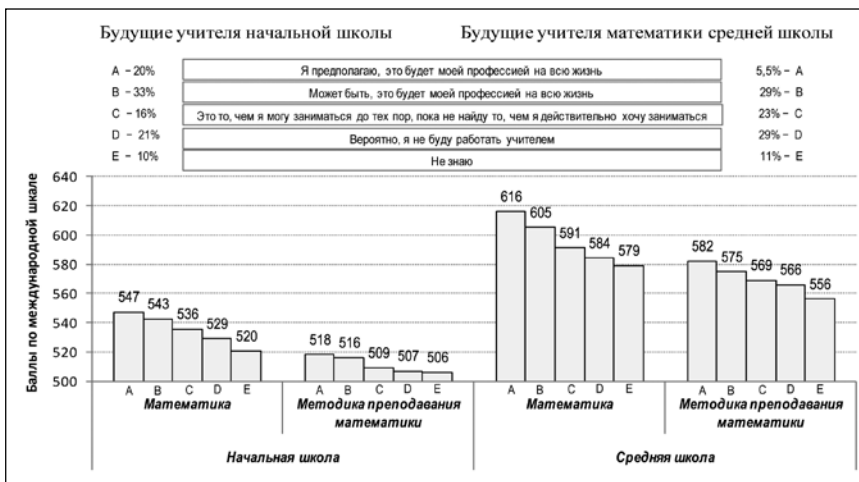
Представленные диаграммы иллюстрируют общую тенденцию, которая проявилась в обеих обследуемых группах российских студентов: наивысшие результаты демонстрируют те студенты, которые определенно связывают свою будущую профессиональную деятельность с получаемым образованием. К сожалению, таких студентов в российских вузах немного: среди студентов математических факультетов — 5,5% (для сравнения: в Тайване — 51%, в Германии — 40%, в США — 63%), а среди студентов педагогических факультетов — 20% (в Тайване — 36%, в Германии — 41%,

Профессиональные планы студентов с хорошей математической подготовкой

⁷ По всем 6–8 высказываниям, соответствующим каждой установке, выбрали ответ «Согласен» или «Полностью согласен».

⁸ По всем 6–8 высказываниям, соответствующим каждой установке, выбрали ответ «Не согласен» или «Полностью не согласен».

Рис. 3. Результаты выполнения международных тестов российскими студентами, давшими различные ответы на вопрос «Как вы представляете свое будущее в преподавательской деятельности?»



в США — 71%). В большинстве стран — участниц исследования больше половины студентов считают профессию учителя значимой и многообещающей, в России таких студентов менее трети.

Качество педагогического образования глазами студентов и преподавателей

Большинство российских будущих учителей уверены, что в основном готовы к профессиональной деятельности. При этом есть области, подготовку в которых около пятой части студентов считают недостаточной: использование компьютеров и ИКТ в преподавании математики; стимулирование учащихся к размышлениям о математике; создание поддерживающего окружения при изучении математики; обеспечение родителей полезной информацией об успехах учащихся в математике; оказание позитивного влияния на трудных и немотивированных учащихся; работа в тесном контакте с другими преподавателями.

Преподаватели, как правило, дают более низкую (на 10–25%) оценку готовности студентов к профессиональной деятельности по половине из представленных позиций. Например, по позиции «Готовы ли студенты оказывать позитивное влияние на трудных и немотивированных учащихся» ответы «в значительной степени» и «в достаточной степени» выбрали 78% студентов и только чуть более половины преподавателей (55%).

Выявлены аспекты педагогической практики будущих учителей математики, на которые целесообразно обратить внимание преподавателей: самооценка студентами профессиональных знаний; проверка в ходе практики данных, полученных из исследований в области образования, касающихся трудностей, которые учащиеся могут испытывать при обучении математике.



Подавляющее большинство студентов педагогических вузов (более 95%) считают программу обучения эффективной: это сумма ответов «эффективна» (70%) и «очень эффективна» (27%). Почти такой же суммарный результат у преподавателей — 95%, но подавляющее большинство преподавателей (90%) считают программу просто эффективной. Среди всех стран — участниц исследования российские студенты и преподаватели дали самую высокую оценку эффективности педагогического образования. В результатах других стран прослеживается не только более низкая оценка эффективности педагогического образования, но и более сильная, чем в России, согласованность в ответах студентов и преподавателей.

В целом студенты достаточно высоко оценивают опыт, знания и профессионализм своих преподавателей. Более 80% студентов согласились с положительными суждениями о различных аспектах профессиональной деятельности преподавателей. При этом были выделены критерии, с высокой оценкой преподавателей по которым не согласились более 10% студентов: это использование преподавателями результатов научных исследований, релевантных содержанию их курсов; учет опыта, который имели студенты до начала обучения по программе педагогического образования.

Анализ систем обеспечения качества педагогического образования стран осуществлялся по следующим направлениям:

- обеспечение качества абитуриентов, поступающих в систему педагогического образования (прием и отбор);
- обеспечение качества образовательных учреждений и их образовательных программ (аккредитация образовательных учреждений, реализующих программы педагогического образования);
- обеспечение гарантий качества выпускников педагогических вузов (их компетенций и квалификации) до вхождения в профессию учителя (система сертификации).

Россия не участвовала в подготовке национального отчета по данному направлению. Уровень системы обеспечения качества педагогического образования в России оценивался международными экспертами на основании данных из различных источников. В целом он оценен как средний. Только у двух стран, Тайваня и Сингапура, уровень обеспечения качества педагогического образования признан высоким и у одной страны — Германии — средне-высоким. В Тайване и Сингапуре существует большой конкурс при поступлении на программы педагогического образования, введены ограничения на численность поступающих. На протяжении длительного времени в странах реализуются мероприятия по повышению привлекательности профессии учителя для наиболее способных выпускников школ. Программы педагогического образования проходят многократную экспертизу, постоянно осуществляется мониторинг эффективности педагогического образования. В Тайване после окончания обучения выпускники определенный период работают в школе в качестве практиканта и только после успешной сдачи специального экзамена на профессиональную компетентность получают статус учителя.

Оценка международными экспертами системы обеспечения качества педагогического образования в России

Значение данных TEDS-M для реформирования педагогического образования в России

В условиях инновационного развития страны социальный заказ системе педагогического образования выражается в требованиях к подготовке нового поколения педагогов, способных к инновационной профессиональной деятельности, обладающих необходимым уровнем методологической культуры и сформированной готовностью к непрерывному образованию в течение всей жизни.

Определение направлений совершенствования требует детального анализа состояния дел с подготовкой будущих учителей с учетом существующих стандартов педагогического образования. Участие России в международном исследовании, предпринятом с целью поиска наиболее эффективных путей подготовки учителей начальной и средней школы, является важным для принятия решений в области педагогического образования.

По результатам международного исследования TEDS-M был получен достаточно обширный банк данных, некоторые из них удивили профессиональное сообщество, некоторые вызвали противоречивые суждения.

Главным результатом, с нашей точки зрения, был ответ на вопрос о конкурентоспособности выпускников российских вузов, получающих квалификацию учителя начальной школы и учителя математики. Результаты российских студентов превысили средние международные показатели. Сильной стороной программ обучения в российских вузах оказалась фундаментальная математическая подготовка. Больше половины российских студентов получили оценки, превышающие выделенный международными экспертами «повышенный уровень» педагогической компетентности. Данный результат был неожиданным: в обществе сформировалось мнение о невысоком качестве педагогического образования.

Полученные результаты привлекли внимание к проблемам кадрового обеспечения системы образования. Почему большинство хорошо подготовленных в соответствии с международными стандартами выпускников российских вузов не идет работать в школу? Что происходит с продемонстрировавшими наивысшие результаты студентами, которые планируют связать свою профессиональную деятельность с преподаванием в школе, после того как они перешагнули порог школы? Почему общество не видит их? Почему бытует устойчивое мнение, что в школу идут «неудачники»?

Данные о более высоком качестве подготовки студентов по математике в педагогических вузах по сравнению с госуниверситетами требуют особого внимания при проведении реформ педагогического образования. Они свидетельствуют о наличии высокопрофессиональных кадров в области математики в системе педагогического образования.

Исследование TEDS-M выявило и ряд проблем математического образования в России, например низкие результаты при выполнении заданий по отдельным важным для современного человека разделам, таким как статистика и работа с данными, или контекстных заданий, связанных с ситуациями реальной жизни. Такие



результаты имеют место и в тестировании студентов, получающих квалификацию учителя начальной школы и учителя математики, и в тестировании школьников в ходе мониторинговых исследований разного уровня и государственной итоговой аттестации.

Данные о качестве подготовки будущих учителей по математике и методике преподавания целесообразно рассматривать в контексте всех результатов, полученных в исследовании TEDS-M, например данных анкетирования студентов, преподавателей и администрации вузов. Дополнительный анализ всей системы полученных данных может дать ответы на появившиеся вопросы. Целесообразно также провести дополнительный анализ содержания педагогического образования в странах мира и методологии оценки профессиональной компетентности учителей математики.

В рамках международного исследования TEDS-M на разных этапах проводились дополнительные исследования, в которых участвовали группы заинтересованных стран. Для России представляют большой интерес результаты исследования по анализу подготовки будущих учителей в области общей педагогики и психологии, проводимого в шести странах: Германии, США, Тайване, Сингапуре, Норвегии и Польше [The preparation gap: Teacher education for middle school mathematics in six countries].

1. Денищева Л. О., Ковалева Г. С., Шевелева Н. В. Готовы ли будущие учителя математики к преподаванию // Математика в школе. 2011. № 7. С. 64–73; № 8. С. 66–74.
2. Breaking the cycle: An international comparison of U.S. mathematics teacher preparation. Michigan state university Center for research in mathematics and science education, 2010.
3. Findings from IEA study of the mathematics preparation of future teachers. The teacher education study in mathematics. Policy, practice, and readiness to teach primary and secondary mathematics. IEA, 2011.
4. Grigutsch S., Raatz U., Törner G. (1998) Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern // Journal für Mathematik-Didaktik. Vol. 19. S. 3–45.
5. Lester F.K. (ed.) Second handbook of research on mathematics teaching and learning. Charlotte, NC, 2007.
6. Staub F.C., Stern E. (2002) The nature of teacher's pedagogical content beliefs matters for student's achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics // Journal of Educational Psychology. Vol. 94 (2). P. 344–355.
7. Tatto M. T. et al (2008) Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M): Conceptual framework. East Lansing, MI.
8. The preparation gap: Teacher education for middle school mathematics in six countries. (MT21 Report). Teacher Education and Development International Study Center, College of Education, Michigan State University, 2010.

Литература
