

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Сатқұлова Бақтияра Бағланұлы на тему «Формирование и развитие у школьников математической грамотности и навыков 21 века в контексте исследований PISA», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D01501-Математика

Согласно требованию Государственного образовательного стандарта среднего образования школьники должны не только обладать качественными знаниями, но и обладать навыками решения практико-ориентированных задач, моделирующих реальные явления. При этом, разработка продуманного плана процесса обучения школьников методам решения практико-ориентированных учебных задач, их обоснованный выбор занимает особое место в реализации школьных образовательных программ по математике.

Бурное развитие экономики, внедрения инновационных технологий в производство, направленные лишь на максимальную прибыль, привело к истощению природных богатств, сплошной деградации социальной среды, исчезновению народной традиции, положительной духовной среды. Решение этих проблем обусловило пересмотр взглядов и отношений на окружающий мир, привело к признанию важности вопроса устойчивого развития.

В официальном документе ООН «Повестка дня в области устойчивого развития» от 2015 года, были сформулированы 17 основных целей устойчивого развития. Среди них можно выделить такой основополагающий вопрос, как: обеспечение свободного доступа к качественному, развивающему образованию. Так как качественное образование способствует достижению каждой цели устойчивого развития.

В связи с этим, в 2018 году Организация Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) при ООН сформулировала свою программную концепцию «Будущее образования и навыков: образование 2030» [1]. В этой программе особое внимание было обращено к следующим вопросам: каким должно быть содержание школьной образовательной программы; какие знания, умения и навыки будут востребованы в будущем?

Такая постановка вопросов, вышеуказанные проблемы привели к необходимости пересмотра и выбора содержания школьного образования в сторону усиления прикладной направленности, повышения качества знаний, умений и навыков школьника, которые будут востребованы в будущем.

Проблемы прикладной направленности обучения математике, вопросы формирования у школьников математических знаний, умений и навыков, выбора и разработки содержания практико - ориентированных учебных задач, были исследованы многими отечественными и зарубежными авторами.

Например, в работах В.С. Леднева, В.И. Мишина, Ю.К. Бабанского, В.В. Краевского, J. Lee, D. Park, Michelle Stephan, A.E. Абылқасымовой, А.К. Кагазбаевой и др. исследованы проблемы школьного образования, формирования математических знаний, умений и навыков, выбора содержания, сущность, структуры математического образования, общая теория и методика обучения школьников.

Теоретические основы прикладной направленности обучения математике в средней школе, методические особенности реализации практико-ориентированного обучения отражены в исследованиях А.Н.Тихонова, Ю.М. Колягина, Н.А. Терешина, В.В. Фирсова, Р.А. Садвакасовой, А.Е. Абылқасымовой, Е.А. Туякова, С.М. Сеитовой, А.К. Бекболгановой и др.

В современных исследованиях предложены эффективные подходы к составлению содержания обучения, методики обучения школьников решению практических задач (Забелина С.Б., Пинчук И.А., Карпеченко А.С., Петрова Т.Ю., Постникова К.Р., Иванов Д.И., Абылқасымова А. Е., Умиралханов А. Н., Жадраева Л. У., Туяков Е. А., Кенжебек Х. Т., Даuletкулова А.У., Серикбай С. и др.).

Анализ научных исследований отечественных и зарубежных авторов показал, что содержание практико-ориентированных учебных задач должно отражать более современный, прикладной, актуальный учебный материал в рамках естественно-научных знаний, изложенных в типовых учебных программах.

Поэтому, в программном документе PISA-2021 («Program for International Student Assessment» [2]) особое внимание было обращено решению прикладных задач, понятию и развитию математической грамотности, навыков 21 века. Так как способность мыслить творчески, системно, умение рассуждать, логически доказывать, убедительно формулировать аргументы, оценивать полученные результаты, проявлять коммуникативные навыки, навыки принятия решений — это умения и навыки, которые с каждым днем приобретают все большее практическое значение в современном обществе.

Математическая грамотность — это умения и навыки школьника формулировать математическую задачу, применять и интерпретировать математику в процессе решения проблемных ситуаций. К навыкам 21 века относят: критическое, системное, креативное мышления; исследовательские, коммуникативные навыки, навыки оценки, саморегуляции, лидерства, настойчивости, рефлексии, использования информации.

Исследования PISA направлено на установления уровня сформированности математической грамотности у 15-летних учащихся. Результаты международных экзаменов PISA способствовали повышению

исследовательского интереса к формированию и развитию у школьников математической грамотности, навыков 21 века.

Например, в исследованиях Е. Ю. Лукичевой, Т.К. Авдеевой, И.Ф. Авдеева, М.Н. Яриной, Т. А. Ивановой, О.В. Симоновой, J. Jailani, H. Retnawati, H. Djidu, М.И. Есеновой, Ш.И. Абуевой, Б. Р. Каскатаевой, А. Б. Кокажаевой, Ж. Казыбек Б. А. Жауkenовой, Д.Б. Тойбазарова изучены методические особенности формирования и развития математической грамотности, вопросы выбора инструментов повышения математической грамотности учащихся. А Д.М. Жилин, М.А. Пинская, А.М. Михайлова, О.А. Рыдзе, Л.О. Денищева, К.А. Краснянская, Н.А. Авдеенко, Abu Bakar, N. Ismail, B.S. Haug, S.M. Mork, R. Lavi, M. Tal, Y.J. Dori, Р.С. Базаканова, Н.Т. Оспанова, Е.Ж. Смагулов исследовали дидактические основы, педагогические условия формирования у учащихся логического мышления, некоторых мыслительных навыков 21 века.

Однако, в этих и других исследованиях не рассматриваются вопросы обучения школьников решению практико-ориентированных задач в контексте исследований PISA. Не исследуются вопросы составления модели организации процесса обучения учащихся математической грамотности, особенности конструирования заданий и вопросов к проблемным ситуациям, разработки методики формирования и развития математической грамотности и навыков 21 века.

С целью повышения сформированности у школьников математической грамотности в некоторых национальных системах образования реализуется обучение математической грамотности школьников в рамках их обучения математике (J. Lee, D. Park; M.A. Abu Bakar, N. Ismail; Е.Е. Алексеева).

Однако, внедрение в образовательную систему практики обучения математической грамотности школьников, в рамках изучения программного учебного предмета, не нашла широкого применения во многих образовательных системах мира. Причиной такого отношения к обучению математической грамотности и развитию навыков 21 века является отсутствие отдельного учебника по математической грамотности, неподготовленность учителей к обучению школьников математической грамотности, отсутствие необходимости формирования и развития у школьников навыков 21 века. А неподготовленность учителей к обучению математической грамотности проявляются несформированностью у них междисциплинарных знаний.

Процесс обучения математике с позиции формирования междисциплинарных знаний, навыков 21 века был предметом исследований ряда авторов (M.Braskén, K. Hemmi, B.Kurtén; И.М. Осмоловская, Л.А. Краснова; З.Е. Жумабаева, Б.О. Амирханова).

В основе обучения математической грамотности лежит контекст практико-ориентированной задачи, математическое рассуждение, применяемое школьником в процессе решения этой задачи. Следовательно математические, междисциплинарные знания являются основными содержательными компонентами математической грамотности.

Отсюда, следует, что основными компонентами математической грамотности являются:

- обладание математическими, междисциплинарными знаниями;
- обладание умениями формулировать математическую задачу;
- обладание навыками применения математики;
- обладание навыками интерпретирования решения в контексте проблемной ситуации реального мира.

Однако, в научно-образовательном пространстве остаются мало исследованными проблемы использования основных характеристик компонентов математической грамотности в формировании и развитии у школьников математической грамотности, навыков 21 века. При этом, процесс формирования и развития навыков 21 века оказываются очень сложным психолого-педагогическим процессом, сформированность которых непосредственно зависит от профессиональной компетентности учителя и от психологических факторов организации обучения.

Использование основных характеристик указанных компонентов математической грамотности, психолого-педагогических факторов в обучении математической грамотности учащихся являются недостаточными. Поэтому в обучении математической грамотности необходимо также учитывать результаты измерения сформированности математической грамотности.

Проверка сформированности математической грамотности у учащихся имеет важнейшее обучающее, воспитывающее значение. Проверка уровня усвоения знаний в Республике Казахстан осуществляется на основе критериальной оценки учебных достижений учащихся.

Проблемы критериальной оценки учебных достижений учащихся, вопросы выработки требований для достижения сформированности знаний, умений и навыков, конструирования методической системы задач, предназначенных для контроля и учета результатов обучения математике отражены в исследованиях L. Allal, H. Torrance, D. Cisterna, A.W. Gotwals, M. Taras, Л. И. Боженковой, Е. В. Соколовой, В. А. Далингер, А.Е. Абылқасымовой, Л.Т. Искаковой, Ж. А. Абековой, А. Б. Оралбаева, М. Н. Ермаканова, А. С. Джакиповой, Д.Н. Нургабыл.

Однако, в психолого-педагогических исследованиях остаются почти не исследованными вопросы измерения уровня сформированности навыков математической грамотности и проблемы определения сформированности навыков 21 века.

Анализ психолого-педагогических исследований позволяет заключить, что обучение математической грамотности должно осуществляться с учетом следующих факторов: уровня сформированности навыков математического рассуждения у школьника; подготовленность учащегося к восприятию, пониманию постановки задачи; профессиональной подготовленности, положительной мотивации самого педагога; соответствие содержания задачи уровню достижения современной науки. Учет этих факторов способствует созданию остова модели организации процесса обучения математической грамотности, формирования и развития навыков 21 века.

В школах Республики Казахстан обучение математической грамотности в основном осуществляется в рамках обучения математическим дисциплинам, без учета уровня приобретенных междисциплинарных знаний, требований современной педагогики и психологии.

Таким образом, изучение проблемы организации обучения школьников математической грамотности, вопросов формирования и развития навыков 21 века позволило выявить следующие противоречия между:

- прикладной направленностью содержания обучения и отсутствием сконструированных практико-ориентированных задач, отражающих процессы окружающей среды, соответствующих некоторым разделам школьного курса алгебры и геометрии.
- положениями ГОСО основного и общего среднего образования, определяющими основные требования к знаниям, умениям, навыкам обучающихся и недостаточностью разработанных подходов, способствующие успешному развитию этих знаний, умений, навыков и навыков 21 века;
- необходимостью использования успешных практик формирования и развития у школьников навыков 21 века, математической грамотности и недостаточной разработанностью методики обучения школьников математической грамотности, развития навыков 21 века.
- необходимостью измерения уровня сформированности математической грамотности, определения сформированности навыков 21 века и отсутствием инструментария для измерения математической грамотности и установления сформированности навыков 21 века.

Выявленные противоречия и недостаточная изученность проблем формирования и развития математической грамотности, навыков 21 века определили направления исследования и актуальность проблемы

исследования - разработку методики формирования и развития у школьников математической грамотности, навыков 21 века.

Необходимость разрешения выше указанных противоречий и актуальность исследования обусловил выбор темы диссертационного исследования: «Формирование, развитие у школьников математической грамотности и навыков 21 века в контексте исследований PISA».

Целью исследования является психолого-педагогическое обоснование и разработка методики организации процесса формирования и развития математической грамотности, навыков 21 века.

Задачи исследования:

- изучение психолого-педагогической основы процесса обучения школьников математической грамотности в контексте международных исследований PISA, выявление проблем обучения математической грамотности;
- установление логических связей математического рассуждения с этапами решения практических задач, их значимость в решении практико-ориентированных задач;
- разработка алгоритма конструирования оценочно-обучающих заданий к практико-ориентированным задачам в контексте исследований PISA;
- разработка систем практико-ориентированных задач и заданий к ним, направленные на развитие у учащихся математической грамотности, навыков 21 века в контексте исследования PISA;
- составление модели обучения математической грамотности, разработка модели процесса поэтапного формирования и развития у учащихся математической грамотности в рамках изучения соответствующего раздела математики,
- разработка методики формирования и развития у школьников математической грамотности, навыков 21 века в контексте исследований PISA;
- разработка методики измерения сформированности навыков математической грамотности, установления сформированности навыков 21 века;
- проведение экспериментального исследования по определению степени разработанности теоретико-методологических основ методик обучения школьников математической грамотности, установление эффективности разработанной методики формирования, развития математической грамотности и навыков 21 века.

Методы исследования:

а) теоретические: анализ психолого-педагогической литературы, анализ учебников по математике, используемых в школах Республики Казахстан, в контексте формирования и развития у учащихся математической грамотности, навыков 21 века; анализ учебно-методических и нормативных документов;

б) эмпирические: беседы с учителями с целью изучения готовности учителей к обучению школьников математической грамотности; анкетирование, опрос учителей; анализ результатов письменных контрольных работ школьников; анализ результатов выполнения заданий учителями;

в) математическая обработка, сравнение экспериментальных данных с применением статистических методов исследования.

Гипотеза диссертационного исследования. Если разработать и внедрить в учебный процесс психолого-педагогически обоснованную методику формирования и развития у школьников основной школы математической грамотности, навыков 21 века с усилением содержания программного материала целевыми практико-ориентированными задачами и инструментарием измерения уровня математической грамотности, установления сформированности навыков 21 века, то предлагаемая методика позволяет повысить качество знаний, умений школьников; развивать у них критическое, системное, креативное мышление, формировать исследовательские, коммуникативные, оценочные, рефлексивные навыки.

Анализ результатов 15 летних школьников Республики Казахстан, полученные в международных экзаменах PISA, психолого-педагогических исследований отечественных и зарубежных авторов позволили выявить необходимость проведения исследований в области разработки выбора методов и технологии обучения школьников математической грамотности. В связи с этим, 2020 - 2024 годы были проведены экспериментальные исследования в школах города Талдыкорган, которое состояло из трех этапов.

На начальном этапе был проведен диагностический (констатирующий) эксперимент (2020-2021г.г.), который заключался в установлении степени разработанности психолого-педагогической основы методов и процессов обучения школьников математической грамотности в контексте исследований PISA.

На этом этапе были выявлены проблемы обучения математической грамотности, формирования и развития навыков 21 века, степень их изученности в педагогической теории и практике, психолого-педагогической основы процесса обучения школьников математической грамотности в контексте международных исследований PISA. Определена цель

исследования, задачи теоретического и экспериментального исследования. Установлены объект и предмет исследования, сформулирована гипотеза.

На промежуточном этапе проводился поисковый эксперимент (2021-2022 гг.). На данном этапе с целью выбора метода, технологии обучения школьников математической грамотности была предложена учителям математики очередная анкета.

Анализ ответов на соответствующие вопросы анкеты и результатов научных исследований отечественных и зарубежных авторов, позволил выбрать более подходящие метод и технологию обучения, способствующие эффективному формированию и развитию у школьников математической грамотности, навыков 21 века. Таковым оказались проблемно-ориентированный метод обучения и модульная технология обучения. Анализ алгоритма решения проблемных задач и экспериментальное исследование позволили выделить алгоритм составления оценочно-обучающих заданий к проблемным задачам; установлены логические связи математического рассуждения с этапами решения практических задач; выявлены и составлены проблемные задачи и задания к ним, направленные на формирование и развитие у школьников математической грамотности, навыков 21 века; построена модель организации процесса формирования и развития математической грамотности, навыков 21 века в рамках изучения соответствующего раздела математики; разработана методика формирования и развития у школьников математической грамотности, навыков 21 века; разработана методика измерения сформированности навыков математической грамотности, установления сформированности навыков 21 века.

Завершающим этапом исследования стал формирующий педагогический эксперимент (2022-2024 гг.), основной целью которого являлись определение эффективности разработанной методики формирования и развития у учащихся математической грамотности, навыков 21 века и измерение сформированности у них математической грамотности.

По результатам педагогического эксперимента на основе t -критерия Стьюдента было доказано, что уровень сформированности математической грамотности у школьников экспериментального класса является более высоким по сравнению с контрольным, что и подтвердило гипотезу об успешности экспериментального обучения.

С целью сравнения результатов измерения математической грамотности были определены уровни сформированности математической грамотности у школьников в контексте критериального оценивания достижений учащихся. Используя те же экспериментальные данные, было доказано, что математическая грамотность у учащихся контрольного класса сформирована

на среднем уровне ($0,5 < K_k < 0,7$), а математическая грамотность учащегося экспериментального класса сформирована выше среднего уровня ($0,7 < K_g < 0,9$).

Тем самым было доказано, что предложенный критериальный подход измерения математической грамотности у школьников соотносится с полученными результатами *t*-критерия Стьюдента. При этом убедились, что критериальный подход измерения математической грамотности у школьников более универсален, так как по данной методике устанавливается уровень сформированности навыков математической грамотности и навыков 21 века.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Методика обучения школьников, основанная на идее организации поисковой деятельности учителем, направленная на разработку целевого, содержательного (практико-ориентированные задачи и задания к ним) и деятельностного (методика формирования и развитие навыков математической грамотности) компонентов обучения.

2. Модель процесса поэтапного формирования, развития у учащихся математической грамотности, способствующие реализации связей между мыслительной деятельностью и этапами решения практико-ориентированных задач.

3. Методика формирования и развития у школьников навыков математической грамотности и навыков 21 века, содержательный компонент которой состоит из инвариантной (содержание стандартного учебного материала) и вариативной (сконструированная система практически задач и заданий к ним) частей, направленных на проблемно-ориентированное обучение и на использование когнитивно-деятельностного метода обсуждения результатов выполнения заданий.

4. Методика критериального оценивания сформированности навыков математической грамотности, установление сформированности навыков 21 века способствует повышению учебной мотивации школьников, объективному определению уровня сформированности математической грамотности.

Научная новизна исследования заключается в том, что:

- установлены логические связи математического рассуждения с этапами решения практических задач и выявлена их значимость в решении практико-ориентированных задач;

- разработан алгоритм конструирования оценочно-обучающих заданий к практико-ориентированным задачам в контексте исследований PISA;

- разработаны системы практико-ориентированных задач и задания к ним, направленные на формирование и развитие у школьников математической грамотности, навыков 21 века;

- составлена модель обучения математической грамотности, построена модель организации процесса поэтапного формирования и развития математической грамотности, навыков 21 века в рамках изучения соответствующего раздела математики;

- разработана методика формирования и развития у школьников математической грамотности, навыков 21 века в контексте исследований PISA;

- разработана методика измерения сформированности навыков математической грамотности и установления сформированности навыков 21 века.

Кроме того, были решены следующие задачи:

- изучены психолого-педагогические основы процесса обучения школьников математической грамотности в контексте международных исследований PISA, выявлены проблемы обучения математической грамотности;

- проведены экспериментальные исследования по определению степени разработанности теоретико-методологических основ методик обучения школьников математической грамотности, установлена эффективность разработанной методики формирования, развития математической грамотности и навыков 21 века.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

– предложенный подход к конструированию оценочно-обучающих заданий к практико-ориентированным задачам, формирующих и развивающих у учащихся математическую грамотность вносить определенный вклад в теорию разработки практико-ориентированных задач;

– разработанные, классифицированные системы задач, направленные на формирование и развитие математической грамотности у школьников в рамках изучения программных учебных материалов школьной математики, частично дополняет содержание педагогической дидактики;

– построенная модель процесса формирования и развития междисциплинарных знаний, математической грамотности, навыков 21 века в рамках изучения содержаний раздела математики способствует развитию теории построения системы уроков;

– установленные интерактивные связи математического рассуждения с этапами решения практических задач дополняют теорию педагогической психологии.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что результаты исследования могут быть успешно использованы преподавателями, научными работниками, учителями при составлении учебников и учебных пособий нового поколения для среднего образования, при обучении школьников математической грамотности, в процессе формирования и развития навыков 21 века (подтверждаются актами внедрения, см. приложение 8).

Обоснованность и достоверность результатов педагогического исследования обеспечиваются: ретроспективным анализом психолого-педагогической литературы, применением и сочетанием адекватных методов исследования, соответствующие целям, задачам и гипотезе исследования; практическим подтверждением результатов исследования посредством применения математических и статистических методов исследования.

Апробация результатов исследования:

– основные положения и результаты исследования докладывались и обсуждались на научно-методических семинарах кафедры математики и физики ЖУ им. И. Жансугурова, кафедры математики Женского Национального педагогического университета (2022 г. и 2023 г.), кафедры математики Актюбинского регионального университета имени К. Жубанова, факультета педагогики и гуманитарных наук университета имени С. Демиреля (2024г), на обучающих семинарах повышения квалификации учителей школ города Талдыкоргана.

– некоторые результаты исследований обсуждалась на международных конференциях: «Наука, общество, культура: проблемы и перспективы взаимодействия в современном мире» (Петропавловск, 2023); «In the world of Science and Education (Алматы, 2025); «Global Science And Innovations 2023: Central Asia» (Астана, 2023).

– основные результаты диссертационной работы изложены в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, определенных Комитетом по обеспечению качества в науке и образовании Министерства высшего образования и науки Республики Казахстан (3 статьи), в индексируемом научном журнале из базы Скопус (1-статья), в материалах международных научно-практических конференций (3-статьи) и 1-статья в вузовском журнале.

Структура и содержание диссертационной работы. Работа состоит из введения, двух глав, списка использованной литературы и приложений.