

УДК 378.096

UDC 378.096

**СПЕЦИФИКА КОМПЕТЕНЦИЙ,
ОТРАЖАЮЩИХ ГОТОВНОСТЬ
УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ
К ФОРМИРОВАНИЮ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**SPECIFICITY OF THE
COMPETENCES REFLECTING
THE READINESS OF MATHEMATICS
TEACHERS TO FORMING
FUNCTIONAL LITERACY
IN STUDENTS**

О. Н. Пирютко,

*кандидат педагогических наук, доцент
кафедры математики и методики
преподавания математики Белорусского
государственного педагогического
университета имени Максима Танка;*

И. Н. Гуло,

*кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры математики
и методики преподавания математики
Белорусского государственного
педагогического университета
имени Максима Танка*

O. Piryutko,

*PhD in Pedagogy, Associate Professor
of the Department of Mathematics and
Methods of Teaching Mathematics,
Belarusian State Pedagogical
University named after Maxim Tank;*

I. Gulo,

*PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor of the Department
of Mathematics and Methods of
Teaching Mathematics, Belarusian
State Pedagogical University
named after Maxim Tank*

Поступила в редакцию 22.11.2022.

Received on 22.11.2022.

Определены и обоснованы виды функциональной грамотности, которые формируются преимущественно средствами учебного предмета «Математика» и опосредованно, через специфику компетенций, отражающих готовность педагогических работников математического образования к формированию компонентов функциональной грамотности обучающихся.

Ключевые слова: компоненты функциональной грамотности, трансформация, специфика, методика, компетенции.

The article defines and substantiates the types of functional literacy formed mainly by means of the academic discipline "Mathematics" and indirectly through the specificity of the competences that reflect the readiness of the pedagogical staff of mathematical education to forming the components of functional literacy in students.

Keywords: components of functional literacy, transformation, specificity, methods, competencies.

Введение. Необходимость определения и обоснования видов функциональной грамотности, которые преимущественно формируются средствами учебного предмета «Математика», и выявление компонентов функциональной грамотности, формируемых посредством учебного предмета «Математика», связана:

- с разработкой технологий организации процесса формирования компетенций, отражающих готовность будущих педагогических работников математического образования к формированию компонентов функциональной грамотности обучающихся;
- с освоением учителями математики практических способов деятельности по фор-

мированию компонентов функциональной грамотности средствами учебного предмета «Математика»;

- с уточнением и детализацией перечня компетенций, отражающих готовность педагогических работников математического образования к формированию функциональной грамотности обучающихся;
- с обоснованием ведущих направлений деятельности всех участников образовательного процесса, обеспечивающих полноту и целостность формирования компонентов функциональной грамотности средствами учебного предмета «Математика».

Основная часть. Специфика компетенций, отражающих готовность будущих педагогических работников физико-математического образования к формированию функциональной грамотности обучающихся, определяется следующим.

1. Спецификой математики как науки в мировой культуре и в развитии общества.

Трансформация понимания математики от сформулированного в XIX веке Ф. Энгельсом и долгое время постулируемого в различных контекстах: «Математика – наука о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира» – до современного определения математики как науки о структурах, порядке и отношениях, которая исторически сложилась на основе операций подсчета, измерения и описания форм реальных объектов.

Математика – фундаментальная наука, предоставляющая общие языковые средства другим наукам, тем самым она выявляет их структурную взаимосвязь и способствует нахождению самых общих законов природы.

2. Значимостью предметной области «Математика» на различных ступенях и уровнях образования (в УОСО, УВО).

Изучение учебной дисциплины «Математика» включено в планы гуманитарного профиля высшего образования, так как математика является неотъемлемой частью общечеловеческой культуры и инструментом познания, она формирует мировоззрение и предлагает четкие логические модели для изучения окружающей действительности. «Математическая лингвистика», «Математическая экономика», «Математическая биология» – новые ответвления наук свидетельствуют о проникновении математики во все сферы познания, она занимает одно из центральных мест в жизни общества. Главная причина проникновения математики во все сферы жизни заключается в том, что она предлагает эффективные точные модели для изучения окружающей действительности в отличие от менее общих моделей, предлагаемых другими науками. Математическая модель, отображая и воспроизводя те или иные стороны рассматриваемого объекта, способна замещать его так, что исследование модели даст новую информацию об объекте, опирающуюся на принципы математической теории, сформулирован-

ные математическим языком законы природы и общества. Математическая модель, верно отражающая суть изучаемого явления, позволяет находить не обнаруженные ранее закономерности, давать математический анализ условий, при которых возможно решение теоретических или практических задач, возникающих при исследовании этого явления. Применение математических методов исследования расширяет возможности каждого специалиста в той или иной области. В различных сферах жизни существенную роль играет статистика, она обеспечивает правильную обработку информации, содействует достоверным выводам и прогнозам на основании имеющегося статистического материала.

Математическое образование в любой сфере деятельности представлено устоявшимися составляющими:

- *логическая* – изучение математики является источником и средством активного интеллектуального развития человека, его умственных способностей;
- *познавательная* – с помощью математических моделей познается окружающий мир, его пространственные и количественные отношения;
- *прикладная* – математика является той базой, которая обеспечивает готовность человека как к овладению смежными дисциплинами, так и многими профессиями, делает для него доступным непрерывное образование и самообразование;
- *историческая* – на примерах истории развития математики прослеживается развитие не только ее самой, но и человеческой культуры в целом;
- *философская* – математика способствует осмыслению изменяющегося мира, формированию у человека научных представлений об отношениях реальных и идеальных объектов различных сторон жизни.

В настоящее время мир идет к шестому технологическому укладу, который характеризуется развитием робототехники, нанотехнологий, систем искусственного интеллекта, глобальных информационных сетей, интегрированных высокоскоростных транспортных систем. Роль математики в становлении шестого технологического уклада заключается в том, что в русле парадигмы моделирования, основанной Л. В. Канторо-

вичем, прикладные оптимизационные модели, такие как непараметрический подход к представлению случайных исходов хозяйственных процессов, применение непараметрического представления границ производственных возможностей в контексте решения задач о наилучшем использовании ресурсов, разработка принципов математического описания задач анализа проектов средствами математического программирования, остаются актуальными и получают развитие.

3. Необходимостью преодоления стандартного понимания роли математики в жизни индивидуума.

Стандартное узкое понимание роли математики обусловлено системными процессами в организации обучения учащихся с различными уровнями обучаемости и мотивацией. Возникающие на основе узкого понимания роли математики конфликты требуют индивидуального подхода к их анализу и разрешению. Пути преодоления противоречий, возникающих при освоении учащимися математики, лежат внутри образовательного процесса, ориентированного на полноту реализации всех видов учебной деятельности и средств обучения. Обучение математике в УОСО в соответствии с новыми образовательными стандартами направлено на овладение каждым обучающимся математической культурой, существенной для его жизни как гражданина, и основами математики, необходимыми для его личного проекта дальнейшего развития.

4. Трансформацией роли воспитательных аспектов процесса обучения математике от общих традиционных воспитательных целей урока: воспитывать настойчивость, трудолюбие, аккуратность, формально обозначенных в планах уроков – к точному и осмысленному пониманию роли математики в воспитании различных аспектов личности.

Например, воспитание культуры мышления: правильность мышления предполагает полноценность аргументации, отсутствие незаконных обобщений, необоснованности аналогий, полноты дизъюнкций, полноты и выдержанности классификации, доведения до завершенности логической схемы рассуждения; стремление находить крат-

чайший, ведущий к данной цели способ решения проблемы, анализ существенных и несущественных признаков объекта для овладения, с одной стороны, понятиями и их системами, а с другой – мыслительными операциями.

Моральные аспекты, составляющие приоритетные качества занимающихся математикой, например честность и правдивость (математическая наука не знает «рабочих гипотез» – утверждений, истинность которых может предполагать дискуссию, пока утверждение не доказано, оно не признается научным, не предполагает отстаивания; если же утверждение доказано, то его истинность никак не может быть подвергнута сомнению: оно является абсолютно истинным).

Использование науки математики и дисциплины «Математика» в воспитательных целях отличается возможностью планомерно, практически ежедневно эффективно воздействовать на формирование необходимых качеств мышления, ценностных ориентаций, черт характера учащегося, обеспечивая реализацию возможностей воспитательного влияния уроков математики.

5. Трансформацией в рамках формирования функциональной грамотности ее компонента – математической грамотности в условиях цифровизации: от способности человека определять и понимать роль математики в реальном мире, высказывать обоснованные математические суждения и использовать математику для решения проблем в настоящем и будущем в различных сферах деятельности – к способности применять математические инструменты, полноту аргументации, моделирование в повседневной жизни, в том числе в цифровой среде – вычислительная и алгоритмическая способности – воспринимать и создавать информацию на формальных языках, языках программирования.

6. Развитием методики преподавания математики как науки, в смене парадигмы: от «объяснения и закрепления» – к эвристическому диалогу и «открытию» знаний с применением их в различных измененных ситуациях, в том числе в практических, жизненных. Трансформация понимания изменения функций задач – от средства выработки навыков применения теории –

к многоаспектному явлению. Задача рассматривается как носитель действий, направленных на формирование компетенций, реализацию методов обучения, проекцию теории на практические ситуации, способ организации учебно-познавательной деятельности.

7. Концепцией развития образования Республики Беларусь до 2030 года, принятой Советом Министров 30 ноября 2021 г., ставящей задачей образования формирование функциональной грамотности учащихся и признанием компетентностного подхода основным подходом в образовании. Ориентация на формирование функциональной грамотности учащихся закреплена в нормативном документе «Образовательный стандарт», утвержденном в 2018 г., и в концепции развития системы образования в следующих аспектах:

- а) изменение образовательной парадигмы – компетентностный подход;
- б) содержание обучения – комплексное (междисциплинарное) изучение проблем, включая жизненные ситуации;
- в) характер обучения и взаимодействия участников образовательного процесса – сотрудничество, деятельностный подход;
- г) доминирующий компонент организации образовательного процесса – практико-ориентированная, исследовательская и проектная деятельности, основанные на проявлении самостоятельности, активности, творчестве учащихся.

Математическая грамотность как компонент функциональной грамотности формируется в рамках указанных аспектов.

Анализ компетенций, составляющих основу разных видов функциональной грамотности, показывает, что многие из них перекрываются. Так, распознавание естественно-научных проблем и проблем, которые могут быть решены средствами математики, невозможно без навыков читательской грамотности. Оценка достоверности и описание естественно-научных данных базируется на математических моделях и расчетах. Формирование культуры исследования условия математических задач различных видов и назначений (алгоритмических, эвристических, дедуктивно-исследовательских и т. д.), его анализ, планирование способов деятельности в измененных ситуациях, ситуациях неопределенности, прогнозирование результатов деятельности, самооценка и самоконтроль, с одной стороны, требуют читательской грамотности обучающихся, а с другой – формируют эту грамотность.

Таким образом, особенность математики как науки и как предметной области, с учетом специфики задач, встающих перед учителем математики в образовательном процессе, определяет математическую и читательскую грамотность в качестве приоритетных компонентов функциональной грамотности. Естественно-научная грамотность формируется в процессе изучения математики, но опосредованно (таблица 1).

Таблица 1 – Компоненты функциональной грамотности, формируемые средствами предметной области «Математика»

Приоритетные компоненты функциональной грамотности, формируемые средствами предметной области «Математика»		Компонент функциональной грамотности, формируемый в предметной области «Математика» опосредованно
Читательская грамотность	Математическая грамотность	Естественно-научная грамотность
Основное условие формирования каждого компонента функциональной грамотности, т. к. умение строить речевое высказывание в устной и письменной форме, воспринимать и создавать информацию в различных текстовых и визуальных форматах, в том числе в цифровой среде в различных контекстах, имеет приоритет	Способность переносить сформированные обобщенные приемы деятельности при изучении математики на другие предметы, широкий круг внепредметной деятельности, применять математические инструменты, полноту аргументации, моделирование в повседневной жизни, в том числе в цифровой среде (вычислительная	Создание математических моделей процессов, происходящих в природе, например, экспоненциального роста или убывания (рост колоний бактерий, распад радиоактивного вещества); понимания реальности описываемых ситуаций в комплексных задачах

Приоритетные компоненты функциональной грамотности, формируемые средствами предметной области «Математика»		Компонент функциональной грамотности, формируемый в предметной области «Математика» опосредованно
Читательская грамотность	Математическая грамотность	Естественно-научная грамотность
для формирования приемов умственной деятельности, организуемой как внутри предмета, так и вне предмета. Результатом анализа и синтеза при формировании математических знаний в соответствии с методическими закономерностями является словесная характеристика изучаемого объекта	и алгоритмическая способности, воспринимать и создавать информацию на формальных языках)	

Математическая грамотность характеризуется:

- умением анализировать проблему (учащийся получает, обрабатывает информацию, использует при необходимости эксперимент с помощью программных средств, осуществляет поиск примеров и/или контрпримеров, упрощает или конкретизирует ситуацию; формулирует проблему, предлагает гипотезу, подтверждает правильный подход или принимает новый);
- умением моделировать ситуацию (учащийся переводит на математический язык реальную ситуацию с помощью уравнений, неравенств, функций, геометрических фигур, графиков, распределения вероятностей, статистических инструментов; понимает, использует, развивает численное моделирование, выполняет задание по геометрическому моделированию с помощью программного обеспечения);
- умением представлять ситуацию, выбирая средства (цифровые, алгебраические, геометрические), подходящие для работы с проблемой и представлением математического объекта, выполняет переход из одного вида представления к другому;
- умением выполнять вычисления вручную или с помощью инструментов (калькулятор, программное обеспечение), использовать алгоритмы, преобразования, упрощения, проверять расчеты;
- умением рассуждать, анализировать результаты (использует понятия элементарной логики, необходимые и достаточные условия, эквивалентность), чтобы аргу-

- ментировать рассуждения; использовать различные типы рассуждений (анализ и синтез, метод от противного, индукции);
- делать выводы (индуктивные, дедуктивные), чтобы получить новые результаты, подтвердить или опровергнуть гипотезу, принимать решение;
- выполнять взаимные преобразования естественного и формального символического языка;
- разрабатывать правильную математическую аргументацию (в письменной или устной форме).

Таким образом, на основании выделенных базовых составляющих специфики предметной области «Математика» выявлена специфика компетенций, отражающая готовность будущих педагогических работников математического образования к формированию компонентов функциональной грамотности обучающихся.

На основании выполненного анализа можно сформулировать следующие компетенции, отражающие готовность учителей к формированию функциональной грамотности учащихся:

К–1. Владеть приемами формирования понимания роли математики в мировой культуре и личной траектории дальнейшего развития учащегося.

К–2. Формировать культуру мышления в процессе обучения математике: четко и структурированно формулировать вопросы, свободно владеть обобщенными приемами формирования математических знаний и их переносом в различные ситуации, точной терминологией, своевременно и точно фиксировать, исправлять ошибки грамматического и логического характера.

К–3. Быть готовым использовать различные функции математических задач на всех этапах образовательного процесса, включать комплексные задачи в процесс формирования компетенций, процесс освоения методов обучения, проектирования теории на практические ситуации.

К–4. Владеть методикой формирования новых математических знаний как процесса решения проблемы, возникшей при рассмотрении практико-ориентированных задач, с использованием банка различных типов практико-ориентированных задач.

К–5. Владеть методикой обучения приемам математического моделирования (алгоритмический, эвристический) при решении задач в предметной области «Математика» и других предметных областях (физика, химия, биология, география и т. д.), при описании практических ситуаций (учебных и жизненных), в которых можно применить математический аппарат и математические инструменты.

К–6. Организовывать исследования по обнаружению закономерностей, доказательств в частных и общем случаях, используя наглядные представления математических объектов и процессов (рисунки-наброски от руки на бумаге и классной доске, с помощью компьютерных инструментов на экране, строя объемные модели вручную и на компьютере (с помощью 3D-принтера)).

К–7. Обеспечивать коммуникативную и учебную «включенности» всех учащихся в образовательный процесс (понимание формулировки задач, терминологии, постановки проблемы, ведение эвристического диалога при изучении новых математических понятий), применяя общие подходы и частные приемы понимания математического текста, его анализа, структуризации, реорганизации, трансформации.

К–8. Владеть приемами организации практико-ориентированной, исследовательской, проектной деятельности учащихся

при исследовании свойств математических объектов.

Заключение. Таким образом, выделены аспекты формирования математической грамотности как приоритетного компонента функциональной грамотности, определяемые:

- а) спецификой математики как науки в мировой культуре и развитии общества;
- б) значимостью предметной области «Математика» на различных ступенях и уровнях образования (в УОСО, УВО);
- в) необходимостью преодоления стандартного понимания роли математики в жизни индивидуума;
- г) трансформацией роли воспитательных аспектов процесса обучения математике;
- д) трансформацией в рамках формирования функциональной грамотности ее компонента – математической грамотности;
- е) развитием методики преподавания математики как науки, в смене парадигмы: от «объяснения и закрепления» – к эвристическому диалогу и «открытию» знаний;
- ж) концепцией развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года, принятой Советом Министров 30 ноября 2021 года, определена роль предметной области «Математика» для формирования читательской грамотности обучающихся: умение строить речевое высказывание в устной и письменной речи, воспринимать и создавать информацию в различных текстовых и визуальных форматах, в том числе в цифровой среде в различных контекстах.

Компонентом функциональной грамотности, формируемый в предметной области «Математика» опосредованно, является естественно-научная грамотность.

Представлен перечень компетенций, отражающих готовность педагогических работников математического образования к формированию функциональной грамотности обучающихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный образовательный портал [Электронный ресурс] / Учебные программы по учебному предмету «Математика» для V–XI классов учреждений общего среднего образования. – Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2022-2023-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2022-2023.html>. – Дата доступа : 12.11.2022.

REFERENCES

1. Nacional'nyj obrazovatel'nyj portal [Elektronnyj resurs] / Uchebnye programmy po uchebnomu predmetu «Matematika» dlya V–XI klassov uchrezhdenij obshchego srednego obrazovaniya. – Rezhim dostupa : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2022-2023-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2022-2023.html>. – Data dostupa : 12.11.2022.

2. *Пирютко, О. Н.* О некоторых аспектах воспитания на уроках математики / О. Н. Пирютко // Математическое образование : сб. материалов 10 Международной конференции, г. Ереван, 6–8 октября 2022 г. – Ереван : АГПУ, 2022. – С. 147–151.
3. Некоторые условия формирования готовности педагогов математического профиля к формированию функциональной грамотности обучающихся / О. Н. Пирютко [и др.] // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : XIV Междунар. науч.-практ. интернет-конф., 29 марта 2022 г., Мозырский гос. пед. ун-т им. И. П. Шамякина. – Мозырь : МГПУ, 2022. – С. 121–123.
4. *Пирютко, О. Н.* Роль учителя в достижении учащимися современных образовательных результатов / О. Н. Пирютко, Д. А. Бондарчук // Математическое образование : сб. материалов 10 Международной конференции, г. Ереван, 6–8 окт. 2022 г. – Ереван : АГПУ, 2022. – С. 151–153.
5. *Пирютко, О. Н.* Метадеятельностный подход преодоления трудностей при изучении сложных тем школьной математики / О. Н. Пирютко, И. Н. Гуло // Интенсивные образовательные технологии в подготовке педагогических кадров : сборник материалов методического семинара 2019/2020 учебного года / сост. А. В. Маковчик, Е. А. Лешик. – Минск : БГПУ, 2022. – С. 39–42.
6. *Пирютко, О. Н.* Эвристический диалог как средство реализации методических закономерностей при обучении математике / О. Н. Пирютко, К. Д. Носова // Математическое образование : сб. материалов 10 Международной конференции, г. Ереван, 6–8 окт. 2022 г. – Ереван : АГПУ, 2022. – С. 136–139.
7. *Носова, К. Д.* Новые технологии при обучении математике / К. Д. Носова, О. Н. Пирютко // Физико-математическое образование : цели, достижения и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 20–21 окт 2022 г. / Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол. С. И. Василец, А. Ф. Климович (отв. ред.), В. Р. Соболев [и др.]. – Минск : БГПУ, 2022. – С. 131–134.
8. *Гуло, И. Н.* Особенности формирования функциональной грамотности учащихся при изучении функций / И. Н. Гуло, А. А. Похольчук // Физико-математическое образование : цели, достижения и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 20–21 окт. 2022 г. / Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол. С. И. Василец, А. Ф. Климович (отв. ред.), В. Р. Соболев [и др.]. – Минск : БГПУ, 2022. – С. 66–69.
2. *Piryutko, O. N.* O nekotoryh aspektah vospitaniya na urokah matematiki / O. N. Piryutko // Matematicheskoe obrazovanie : sb. materialov 10 Mezhdunarodnoj konferencii, g. Erevan, 6–8 oktyabrya 2022 g. – Erevan : AGPU, 2022. – S. 147–151.
3. Nekotorye usloviya formirovaniya gotovnosti pedagogov matematicheskogo profilya k formirovaniyu funkcional'noj gramotnosti obuchayushchihhsya / O. N. Piryutko [i dr.] // Innovacionnye tekhnologii obucheniya fiziko-matematicheskim i professional'no-tekhnicheskim disciplinam : XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf., 29 marta 2022 g., Mozyrskij gos. ped. un-t im. I. P. Shamyakina. – Mozyr' : MGPU, 2022. – S. 121–123.
4. *Piryutko, O. N.* Rol' uchitelya v dostizhenii uchashchimysya sovremennyh obrazovatel'nyh rezul'tatov / O. N. Piryutko, D. A. Bondarchuk // Matematicheskoe obrazovanie : sb. materialov 10 Mezhdunarodnoj konferencii, g. Erevan, 6–8 okt. 2022 g. – Erevan : AGPU, 2022. – S. 151–153.
5. *Piryutko, O. N.* Metadeyatel'nostnyj podhod preodoleniya trudnostej pri izuchenii slozhnyh tem shkol'noj matematiki / O. N. Piryutko, I. N. Gulo // Intensivnye obrazovatel'nye tekhnologii v podgotovke pedagogicheskikh kadrov : sbornik materialov metodicheskogo seminarara 2019/2020 uchebnogo goda / sost. A. V. Makovchik, E. A. Leshik. – Minsk : BGPU, 2022. – S. 39–42.
6. *Piryutko, O. N.* Evristicheskij dialog kak sredstvo realizacii metodicheskikh zakonornostej pri obuchenii matematike / O. N. Piryutko, K. D. Nosova // Matematicheskoe obrazovanie : sb. materialov 10 Mezhdunarodnoj konferencii, g. Erevan, 6–8 okt. 2022 g. – Erevan : AGPU, 2022. – S. 136–139.
7. *Nosova, K. D.* Novye tekhnologii pri obuchenii matematike / K. D. Nosova, O. N. Piryutko // Fiziko-matematicheskoe obrazovanie : celi, dostizheniya i perspektivy : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Minsk, 20–21 okt 2022 g. / Belorus. gos. ped. un-t im. M. Tanka; redkol. S. I. Vasilec, A. F. Klimovich (otv. red.), V. R. Sobol' [i dr.]. – Minsk : BGPU, 2022. – S. 131–134.
8. *Gulo, I. N.* Osobennosti formirovaniya funkcional'noj gramotnosti uchashchihsya pri izuchenii funkcij / I. N. Gulo, A. A. Pohl'chuk // Fiziko-matematicheskoe obrazovanie : celi, dostizheniya i perspektivy : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Minsk, 20–21 okt. 2022 g. / Belorus. gos. ped. un-t im. M. Tanka; redkol. S. I. Vasilec, A. F. Klimovich (otv. red.), V. R. Sobol' [i dr.]. – Minsk : BGPU, 2022. – S. 66–69.