

DOI: 10.24888/2500-1957-2021-4-68-80

УДК  
372. 851

**ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ  
УЧАЩИХСЯ В КРАЕВЕДЧЕСКИХ КОНТЕКСТАХ**

|                                                                                                         |                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Томилова Анна Евгеньевна</b><br>к.п.н., доцент<br>a.tomilova@narfu.ru<br>г. Архангельск              | Северный (Арктический) федеральный<br>университет им. М.В. Ломоносова                                           |
| <b>Шабанова Мария Валерьевна</b><br>д.п.н., профессор<br>shabanova.maria-pomorsu@yandex.ru<br>г. Москва | Московский центр качества образования,<br>Северный (Арктический) федеральный<br>университет им. М.В. Ломоносова |
| <b>Ширикова Татьяна Сергеевна</b><br>к.п.н., доцент<br>t.shirikova@narfu.ru<br>г. Архангельск           | Северный (Арктический) федеральный<br>университет им. М.В. Ломоносова                                           |
| <b>Безумова Ольга Леонидовна</b><br>к.п.н., доцент<br>o.bezumova@narfu.ru<br>г. Архангельск             | Северный (Арктический) федеральный<br>университет им. М.В. Ломоносова                                           |
| <b>Котова Светлана Николаевна,</b><br>ст. преподаватель<br>s.kotova@narfu.ru<br>г. Архангельск          | Северный (Арктический) федеральный<br>университет им. М.В. Ломоносова                                           |

**Аннотация.** Высокий уровень математической грамотности – это важный показатель конкурентоспособности человека в век развития робототехнических систем. Он обеспечивает готовность человека к принятию обоснованных, ответственных решений в проблемных ситуациях высокого уровня сложности, к генерированию принципиально новых подходов и идей. Формирование математической грамотности сегодня признано приоритетной задачей образования на международном и национальном уровнях. Мониторингом успешности её решения занимается целый ряд общественных и государственных организаций: ОЕСД, IEA, ФИОКО, ФИПИ и др. Результаты проводимых ими исследований, показывают, что уровень математической грамотности российских школьников пока остается достаточно низким, особенно в части распознавания условий применения математики (формулировки математических задач). Решение следует искать в насыщении образовательного процесса видами деятельности, требующими проявления математической грамотности в личностно значимых для учащихся контекстах, в качестве которых могут выступать: национальные и семейные традиции, региональные особенности и проблемы, исторические события, достопримечательности, природа и экономика родного края. Доказательством этой возможности являются задачи, поставленные учащимися – участниками конкурсов краеведческих задач, которые после некоторой методической обработки могут служить средством формирования всех основных аспектов математической грамотности в соответствии с международной рамкой PISA и требованиями ФГОС ООО и СОО. В Архангельской области с 2013 года

проводится конкурс краеведческих математических задач «Архангельская область в математических задачах». Особенность этого конкурса состоит в том, что в нем могут принимать участие даже учащиеся, не обладающие высоким уровнем математической подготовки. Руководителями работ учащихся являются не только учителя математики, но и учителя истории и географии, родители учеников. Сюжеты для задач авторы берут из семейных архивов, летних путешествий по родному краю, памятных исторических событий, экскурсий в музеи и на предприятия области. Такие задачи являются наиболее интересными.

**Ключевые слова:** математическая грамотность, формирование, повышение уровня, технологии, междисциплинарный подход, краеведческие математические задачи, компетентностно-ориентированная задача.

### Введение

Повышение уровня математической грамотности учащихся основной и старшей школы как актуальная задача.

XXI век характеризуется быстрыми темпами развития робототехники, автоматизации практически всех сфер деятельности. В скором будущем (к 2030 году), по оценкам специалистов из Оксфорда (Oxford economics, 2019), роботы отнимут у человека до 400 млн. вакансий. Какие же качества нужны человеку, чтобы оставаться востребованным на рынке труда?

В отчете ОЭСР (Организации экономического сотрудничества и развития) 2018 года о реализации проекта «Будущее образования и навыки 2030» выделяются три ключевых качества (Education 2030, 2018):

1) Креативность – люди должны иметь возможность творчески мыслить, разрабатывать новые продукты и услуги, новые рабочие места, новые процессы и методы, новые способы мышления и жизни, новые предприятия, новые сектора, новые бизнес-модели и новые социальные модели.

2) Готовность к сотрудничеству – инновации уже сейчас происходят не от людей, которые думают и работают в одиночку, а благодаря сотрудничеству и сотворчеству с другими, чтобы использовать имеющиеся знания для создания новых знаний. Важной составляющей этой компетенции является способность снимать конфликты и разрешать дилеммы.

3) Ответственность – создание нового и принятие решений требуют способности учитывать будущие последствия своих действий, оценивать риск и вознаграждение, а также нести ответственность за продукты своей работы.

Для формирования этих качеств будущего исключительно важное значение имеет развитие умений математически рассуждать, то есть математическая грамотность. Именно это заставило команду разработчиков PISA положить математическую грамотность в основу исследования функциональной грамотности 2022 года (PISA 2022, 2021). Математическая грамотность – это в способность математически рассуждать в разнообразных контекстах реального мира: о количественных свойствах; о степени неопределенности и ее природе; о связях величин, их отношениях и изменениях; о пространственных формах и отношениях взаимного расположения. Составляющими математических рассуждений являются: распознавание условий применения математических знаний, т.е. умение формулировать проблему как математическую задачу, способность применять тот арсенал математических знаний, который уже имеется, а также целенаправленно искать недостающие знания и привлекать их для получения выводов из данных, способность правильно понимать математически представленные данные, оценивать их применимость в контексте реальных проблем.

Уровнем математической грамотности определяется возможность:

- 1) применять математические знания в типичных или нетипичных контекстах;
- 2) установления связей информации из одного или нескольких источников, представленной в одной или нескольких формах, восполнения недостатка информации, оценки достоверности и отбора значимых данных;
- 3) создания и исследования математических моделей разных уровней сложности;
- 4) планирования, самоконтроля, саморегуляции, рефлексии математической деятельности, прогнозирования и оценки ее результатов.

Сравнительный анализ результатов исследований TIMSS и PISA, проводимый специалистами центра педагогических измерений Университета Осло (Норвегия) (Grønmo, Olsen, 2006), показывает, что уровень математической подготовки не определяет уровень математической грамотности учащихся. Этот вывод подтверждается и результатами исследований Российских специалистов ВШЭ (Havenson, Kersha, 2017, 22), основанными на данных 2003-2012 гг.: «по уровню средних баллов школьники из России относятся к странам со сравнительно низкими результатами в обследовании PISA и высокими — в TIMSS».

Эти выводы доказывают необходимость принятия специальных мер для повышения уровня математической грамотности школьников. По результатам PISA 2018 года (PISA, 2018) особое внимание следует уделить повышению готовности российских школьников выделять часть проблемы, требующую применения математики, трансформировать проблему в математическую задачу, определять раздел математики, к которому она могла бы быть отнесена.

#### **Методология исследования**

Теоретические основы формирования математической грамотности учащихся в краеведческих контекстах.

Традиционным средством обучения математике в России являются задачи, условие которых уже содержит необходимый и достаточный набор данных для поиска на основе имеющегося арсенала математических средств единственного правильного ответа на математически поставленный вопрос. Эти «рафинированные» условия весьма далеки от реальных ситуаций применения математики и совсем не похожи на те задания, которые предлагается решить участникам исследования PISA.

Реальное применение математики начинается с восприятия окружающей обстановки или знакомства с информацией о ситуации, в контексте которой возникла проблема (вопрос, требующий ответа). Эти контексты могут быть весьма далекими от сюжетов, знакомых учащимся по задачам из школьных учебников математики: на движение, работу, сплавы и смеси, покупки и т.п. А сами вопросы могут быть поставлены так, что трудно определить из каких соображений необходимо дать на них ответ: норм права, жизненного опыта, знания физических, химических или экономических законов и др.

Для того, чтобы приблизить условия формирования математической грамотности к реальным ситуациям её проявления необходимо придерживаться принципов обучения, относящихся к междисциплинарному, а не предметному подходу. Данный подход не отвергает предметного обучения, а открывает возможности для объединения предметов вокруг точек конвергенции, в качестве которых мы предлагаем использовать персоналии, события, явления, процессы той территории, на которой расположена школа и проживают её ученики. Это позволит создать условия для формирования математической грамотности учащихся в краеведческих контекстах: личностных, общественных, учебных, профессиональных и научных.

В зависимости от характера выбранных точек конвергенции для его реализации могут быть использованы разные образовательные технологии: Event-Based Learning (обучение на основе событий, США), Problem-centered learning (проблемно-центрированное обучение, Сингапур), Phenomenon-based learning (обучение на основе феномена, Финляндия) и др.

Самым сложным этапом в реализации междисциплинарного подхода является выбор точек конвергенции, которые с одной стороны, являлись бы образовательно значимыми, а с

другой – интересными и важными для самих учащихся. Этот этап мы предлагаем отдать на откуп самим учащимся, организовав конкурсы по постановке краеведческих задач. Таких конкурсов в России проводится уже довольно много: «Архангельская область в математических задачах» (с 2012 г.), «Чувашская республика в математических задачах» (с 2014 г.), «Татарстан в математических задачах» (с 2017 г.) и др.

Подготовка к такому конкурсу – уже является точкой конвергенции, так как коллектив создателей краеведческих задач часто включает не только ученика и его учителя математики, но и учителей других предметов, а также работников краеведческих и исторических музеев, природных заповедников, специалистов ведущих предприятий и общественных организаций региона, родных и близких ученика. Материал, собранный, в результате проведения подобных конкурсов часто имеет уникальный характер. Он включает не только данные из интернета, доступных печатных изданий, но и архивные материалы, воспоминания очевидцев, старинные предметы быта и многое другое.

Следующим этапом является методическая обработка собранного материала, направленная на сортировку, оценку и классификацию материала в соответствии с его образовательными возможностями, обогащение и приведение к виду компетентностно-ориентированных задач, создание методических рекомендаций по его использованию в образовательном процессе. Такая работа вполне по плечу студентам педагогических направлений подготовки под руководством опытного наставника. Она может осуществляться не только в рамках курсовой методической подготовки, но и написания выпускных квалификационных работ.

Третий этап – это этап использования в образовательных целях краеведческих задач в соответствии с избранной технологией, методом и формой обучения. Спектр здесь весьма широк: проведение праздничных, интегрированных, бинарных уроков, включение во все уроки дня конвергентного образования, для разбора ситуации с позиции разных предметов, использованием для проведения образовательных внеурочных мероприятий в школе и на базе сторонних организаций и многое другое.

В данной статье мы сконцентрируем свое внимание на этапе методической обработки собранного материала, так как именно он является наиболее ответственным в деле создания средств формирования математической грамотности в краеведческом контексте.

### **Результаты**

Краеведческие математические задачи, составленные учащимися: способы их методической обработки и использования в образовательном процессе.

Для методической обработки задачного материала, предоставленного учащимися, использовались следующие рамки:

1) Компетентностно-ориентированная краеведческая задача – это задача, требующая проявления математической грамотности в краеведческом контексте. Её структура включает: название задачи, контекст постановки задачи, под которым понимается информационная справка о событии, персоне, достопримечательности, явлении, проблеме или процессе, выступающем в качестве учебного объекта; набор входной информации (избыточной или недостаточной) из одного или нескольких источников, представленной в одной или нескольких формах; набор вопросов, отнесенных к разным уровням математической грамотности и видам математической деятельности, допускающих один или несколько правильных ответов, основанных на математических знаниях, знаниях смежных дисциплин и здравом смысле.

2) Краеведческий контекст задачи должен быть классифицирован по виду учебного объекта (событие, феномен, проблема), по виду краеведческого материала (природные и географические особенности, культурно-исторические, этнографические, экономика и производство, персоналии), по значимости (личностный, общественный, учебный, профессиональный, научный).

3) Данные задачи по формам представления (мономедийные, мультимедийные), по способам математизации (аналитические, интерактивные, коллаборативные).

4) Вопросы задачи должны быть классифицированы по видам математической деятельности (формулировать, применять, интерпретировать), по области математических рассуждений (о количественных свойствах, о степени неопределенности и ее природе, о связях величин, их отношениях и изменениях, о пространственных формах и отношениях взаимного расположения), уровням сложности (базовый, повышенный, высокий).

5) Методические рекомендации должны задавать перечень предметов, в систему средств которых могут быть включены задачи, возможные образовательные функции, рекомендуемые технологии, методы и формы обучения.

Представим, в качестве примера, особенности анализа и методической обработки материала на примере задачи о Кенозерском национальном парке (КНП), составленной учеником 6 класса, финалистом конкурса «Архангельская область в математических задачах» 2021 года:

«В России осталось исключительно мало территорий, где культурное и природное наследие сохранилось бы наиболее полно и многогранно. Одной из таких территорий является Кенозерский национальный парк. Парк в 2004 году был включен во Всемирную сеть биосферных резерватов (Дворянкин, 2016, 88). Природой и человеком здесь созданы условия для широкого спектра местообитаний животных, растений, птиц. Всего в Кенозерском национальном парке выявлено 352 видов представителей живой природы. Из них 50 видов млекопитающих, 263 вида птиц. Видов миног на 48 видов меньше чем видов млекопитающих. Видов земноводных в 10 раз меньше, чем видов млекопитающих, а видов рептилий в 2 раза больше, чем видов миног. Оставшиеся – это виды рыб. Сколько видов рыб в Кенозерском национальном парке?

Решение: 1)  $50 - 48 = 2$  вида миног. 2)  $50 : 10 = 5$  – видов земноводных. 3)  $2 * 2 = 4$  вид рептилий. 4)  $352 - 50 - 2 - 5 - 4 - 263 = 28$  – видов рыб.

Анализ контекста показывает, что данная задача раскрывает феномен биологического разнообразия царства животных КНП, это позволяет использовать материал задачи как на уроках биологии (7 класс), так и на уроках математики. Тип контекста – научный. Числовые данные задачи достоверны, что подтверждается данными, размещенными на официальном сайте КНП.

Для решения задачи достаточно знаний четырех арифметических действий с натуральными числами, владеть понятиями «на больше/меньше», «в больше/меньше», что соответствует уровню математической подготовки учащихся и содержанию обучения во 2-5 классах. Способ представления данных не соотнесен с реальностью, заимствован из текстовых задач школьных учебников математики. Данные задачи представлены только текстом (мономедийное представление информации из одного источника). Вопрос задачи отнесен к виду деятельности – применение математических знаний. Область математических рассуждений – количественные свойства реального мира. Уровень сложности – базовый. Образовательный эффект задачи может быть усилен за счет дополнения текстовой информации о количестве видов: «Всего в Кенозерском национальном парке выявлено 352 видов представителей подтипа позвоночных. Из них практически  $\frac{3}{4}$  составляют птицы, имеются также 50 видов млекопитающих, 2 вида миног, 4 вида рептилий, 5 видов земноводных, остальное – виды рыб», диаграммой со скрытой легендой и данными о процентной доле рыб (рис. 1). Это позволяет поставить перед учащимися следующие вопросы:

Вопрос 1. На диаграмме (рис.1) отсутствует легенда – указание о том, каким цветом обозначены различные классы животных. Восстановите ее, указав соответствие между цветами секторов круговой диаграммы и названиями классов: млекопитающие, птицы, миноги, рептилии, земноводные, рыбы.

| Цвет | Имена данных |
|------|--------------|
|      |              |
|      |              |
|      |              |
|      |              |
|      |              |
|      |              |

Рис. 1. Диаграмма со скрытой легендой

Вопрос 2. Определите, какому интервалу значений принадлежит количество видов рыб в Кенозерском национальном парке (см. рис. 2).

а) от 1 до 20    б) от 21 до 40    в) от 41 до 60    г) от 61 до 80    д) от 81 до 100.



Рис. 2. Диаграмма, представляющая видовое разнообразие царства животных КНП

Такое представление данных включает учащихся в деятельность установления соответствия и интерпретации данных, представленных круговой диаграммой и текстом, а также применение знаний математики (7- 9 классов) и биологии (7 класс). Задача может быть использована на уроках биологии при изучении систематики в царстве животных на краеведческом материале, на уроках информатики при изучении темы «Информация и информационные процессы», на уроках математики при изучении темы «Способы представления числовых данных».

Ответ на первый вопрос может быть дан на основе сравнения значений величин, описанных в тексте и их процентных долей, представленных диаграммой. Ответ на второй вопрос требует проведения расчетов с учетом возможно приближенного отображения данных о процентах на диаграмме:

1)  $100 - 74,72 - 1,14 - 1,42 - 0,57 - 14,20 = 7,95\%$  – рыб среди представителей подтипа позвоночных;

2)  $352 \cdot 7,95 \div 100 = 27,984 \approx 28$  – видов рыб.

Вовлечению учащихся в деятельность критического анализа суждений, высказываемых с опорой на числовые данные, может способствовать предъявление информации из научной публикации об особенностях рыбных запасов озер КНП.

Среди рыб КНП есть промысловые. Для рационального использования рыбных ресурсов озер КНП необходимо знать величину запаса каждого промыслового вида. Структуру запаса промысловых рыб в каждом озере определяют методом контрольного отлова с последующей сортировкой выловленной рыбы по видам. Полученные таким образом данные в % приведены в таблице 1:

| Вид рыбы | Водоем   |            |                 |             |
|----------|----------|------------|-----------------|-------------|
|          | Кенозеро | Лекшмозеро | оз. Масельгское | Наглимозеро |
| Ряпушка  | 20,5     | 40,4       | 0,4             | 18,5        |
| Сиг      | 1,3      | 1,5        | -               | -           |
| Лещ      | 19,6     | 4,1        | 60,9            | -           |
| Щука     | 17,6     | 3,3        | 1,6             | 15,3        |
| Плотва   | 8,7      | 16,1       | 35,1            | 18,2        |
| Окунь    | 8,8      | 24,1       | 20              | 46,3        |
| Налим    | 4,7      | 6,3        | -               | 1,7         |
| Язь      | 8,8      | -          | -               | -           |
| Синец    | 10,0     | -          | -               | -           |
| Густера  | -        | 2,3        | -               | -           |
| Ерш      | -        | 1,9        | -               | -           |

Определению количества промысловых рыб невольно помог массовый замор ряпушки, произошедший в Лекшмозере в 1996 году в результате совпадения ряда неблагоприятных факторов. По данным прямого учета тогда погибло 65-70 тонн рыбы этого вида. Величина уловов следующего года, показала, что в водоеме погибло не менее 90% популяции этого вида (в полном объеме популяция восстановилась через три года).

Вопрос 3. Автор публикации (Дворянкин, 2010, 19) считает, что приведенных выше данных достаточно для расчета количества промысловых рыб в озерах КНП. Согласны ли вы с его мнением? Обоснуйте свой ответ.

Данный вопрос требует от учащихся развернутого ответа, который может быть подкреплён расчетами или рассуждениями качественного характера. Например, «Нет, так мы узнаем только количество промысловых рыб в Лекшмозере, потому что не известно, сколько тонн ряпушки было в остальных озерах»; «Да, популяция ряпушки в Лекшмозере может быть рассчитана следующим образом:  $65 \leq x \cdot 0,9 \leq 70$ , где  $x$  – тонн ряпушки в популяции, следовательно, тогда  $x \in [72,2; 77,7]$  тонн. Известно, что ее доля в улове составляет 40,4%, тогда, составив пропорцию по таблице, найдем массу любой другой промысловой рыбы в Лекшмозере».

Данное задание может быть использовано для проведения конвергентных уроков математики и биологии в 7 классе, а также включено в содержание обзорной экскурсии для учащихся по КНП.

Приведем еще один пример анализа и методической обработки краеведческого материала на примере задачи о Новодвинской крепости, составленной учащимися 7 класса – финалистами конкурса «Архангельская область в математических задачах» в 2016 году.

Задача «Новодвинская крепость»: «В 20 км к северу от Архангельска, на северо-западной оконечности острова Линский Прилук находится Новодвинская крепость – единственная на Русском Севере крепость бастионного типа. Это комплекс фортификационных сооружений в дельте реки Северная Двина. Крепость является памятником федерального значения. Новодвинская крепость имеет очень причудливую форму многоугольника. На рис. 3 изображена часть её плана. Найдите площадь крепости, используя факт, что длина каменных стен между бастионами 120 м». Авторами задачи предложен следующий способ её решения.

Найдем площадь крепости с помощью формулы Пика, используя только факт, что длина каменных стен между бастионами 120 м.

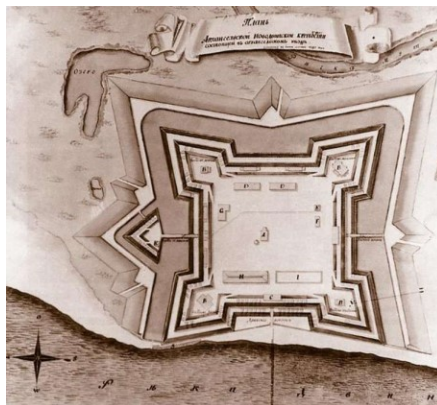


Рис. 3. План Новодвинской крепости.

Изобразим схему крепости на клетчатой бумаге так, чтобы вершины многоугольника находились в узлах решётки (рис. 4). Воспользуемся формулой Пика для определения площади многоугольника. Для этого подсчитаем количество узлов решетки на границе многоугольника и внутри него.

$\Gamma = 44$  – количество узлов решетки на границе многоугольника.

$B = 296$  – количество узлов решетки внутри многоугольника.

По формуле Пика  $S = B + \Gamma/2 - 1 = 296 + 44/2 - 1 = 317$  (кв. единиц).

Осталось определить масштаб нашего изображения. Известно, что длина стен между бастиями составляет 120 метров. У нас на чертеже это соответствует 7 клеткам.

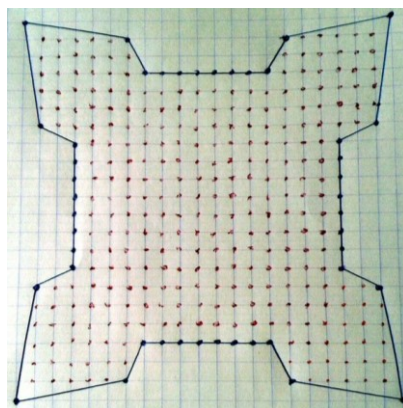


Рис. 4. Схема Новодвинской крепости на клетчатой бумаге

1)  $120:7 \approx 17,14$  (м) – длина стороны одной клетки на самом деле.

2)  $17,14 \cdot 17,14 \approx 293,78$  (м<sup>2</sup>) – площадь одной клетки.

3)  $317 \cdot 293,78 \approx 93128,13$  (м<sup>2</sup>)

В данной задаче была использована формула, малоизвестная для большинства учащихся.

Анализ контекста показывает, что данная задача связана с историей России, это позволяет использовать материал задачи как на уроках истории в 7 и 10 классах при изучении темы «Северная война», так и на уроках математики. Тип контекста – научный. Числовые данные задачи достоверны, что подтверждается данными, размещенными на официальном сайте электронной научной библиотеки по истории древнерусской архитектуры.

Для решения задачи достаточно знаний четырех арифметических действий с натуральными числами, десятичными дробями, владеть понятиями «площадь прямоугольника», «приближенное значение», что соответствует уровню математической подготовки учащихся и содержанию обучения в 5-6 классах. Способ представления данных не соотнесен с реальностью, заимствован из текстовых задач школьных учебников математики. Данные задачи представлены только текстом (мономедийное представление



информации из одного источника). Вопрос задачи отнесен к виду деятельности – применение математических знаний. Область математических рассуждений – количественные свойства реального мира. Уровень сложности – базовый. Образовательный эффект задачи может быть усилен за счет дополнения текстовой информации о размерах стен крепости: «Длина каменных стен между бастионами равна 120 м, общая длина стен одного бастиона 300 метров (20+130+130+20)», а также постановки новых вопросов, требующих применения знаний геометрии основной школы.

Вопрос 1. Новодвинская крепость имеет очень причудливую форму многоугольника. В плане она представляла собой квадрат, по углам которого были расположены бастионы (Флажный, Морской, Могильный и Рогаточный), располагающиеся на расстоянии 120 м друг от друга (рис. 5). Все размеры снимались на Рогаточном бастионе крепости. Общая длина стен одного бастиона в 2,5 раза больше длины каменных стен между бастионами, а длина меньшей стены бастиона в 6,5 раза меньше большей стены бастиона. Определите, к какому интервалу значений относится протяженность меньшей стены бастиона. Ответ: 20.

а) от 10 до 15   б) от 15 до 20   в) от 20 до 25   г) от 25 до 30

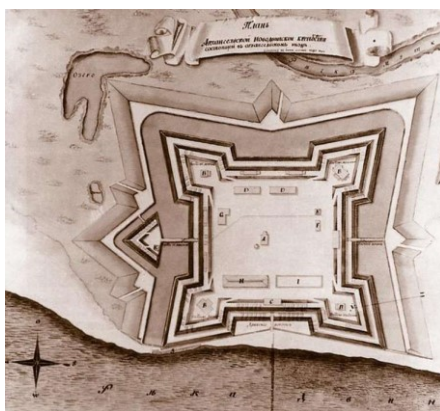


Рис. 5. Схема Новодвинской крепости

Такое представление данных включает учащихся в деятельность установления соответствия и интерпретации данных.

На модели, представленной в краеведческом музее, угол бастиона примерно равен  $60^\circ$ . Усложним условие задачи.

Вопрос 2. Будем считать, что угол бастиона равен  $60^\circ$ . Найти площадь одного бастиона крепости. Какую часть составляет площадь бастиона от площади всей крепости? Или найти отношение площади бастионов к площади оставшейся части крепости.

Так как бастионы крепости являются полуромбами, то треугольник ABC (рис. 6) равносторонний:

$$S_{ABC} = \frac{130^2 \cdot \sqrt{3}}{4}.$$

$$S_{AQKC} = S_{ADC} - S_{QDK} = \frac{130^2 \cdot \sqrt{3}}{4} - \left(\frac{11}{13}\right)^2 \cdot \frac{130^2 \cdot \sqrt{3}}{4}.$$

$$S_{\text{баст}} = S_{ABC} + S_{AQKC} = \frac{130^2 \cdot \sqrt{3}}{4} + \frac{48}{169} \cdot \frac{130^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = 5425\sqrt{3} = 9396.$$

$$a_{\text{кв}} = 120 + 2 \cdot 55 \cdot \sqrt{2}.$$

$$S_{\text{ост}} = (120 + 2 \cdot 55 \cdot \sqrt{2})^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} (55 \cdot \sqrt{2})^2 = 75934 - 12100 = 63834.$$

$$S_{\text{креп}} = 63834 + 4 \cdot 9396 = 101418.$$

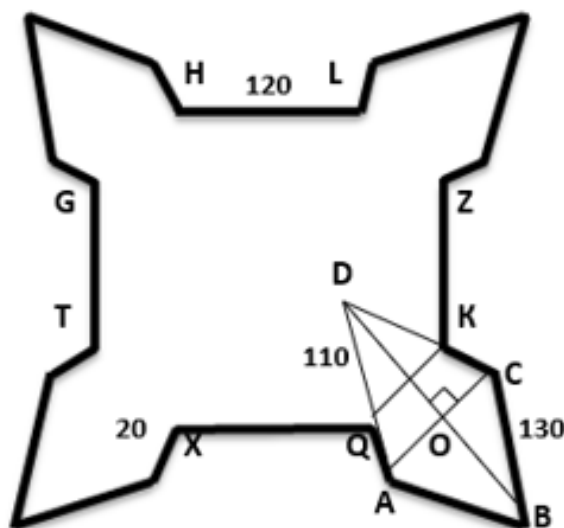


Рис. 6. Решение задачи 2

Задача может быть использована на уроках истории в старших классах, на уроках геометрии при изучении темы «Площади».

Используя материалы (Смирнов, 1990), добавим и уточним некоторые данные: «О протяженности его стен можно судить по сведениям из обмерной «рописи» XVIII столетия, где указано, что у Новодвинской крепости «всего кругом башен (бастионов — А.С.) и городских стен междобашея мерою 728 сажений троеаршинных», что по нынешней системе мер составляет более полутора километров. ... Площадь, занятая непосредственно оборонительными сооружениями Новодвинской крепости почти в пять раз превышает площадь крепостного двора. Крепостные бастионы и куртины конструктивно состоят из двух частей: наружной или эскарповой и внутренней или валганговой. Валганговая часть — это мощный земляной вал (валганг), толщина которого по уровню подошвы превышает 20 метров при высоте 4,6 метра. Ширина главной крепостной ограды в верхней части составляла около 15 метров. От неприятельских выстрелов крепостной ход защищался земляным бруствером, толщина которого равнялась почти шести, а высота двум метрам. Для каждого орудия в толще бруствера в прошлом существовала отдельная амбразура в виде расширяющегося наружу лотка, что обеспечивало возможность канонирам вести секторный огонь».

В комплексе фортификационных сооружений Новодвинской крепости доминирующее положение занимает квадратная в плане каменно-земляная цитадель, которую составляют 4 угловых бастиона и соединяющие их стены — куртины. Это был так называемый главный оборонительный пояс или главный вал крепости — основной рубеж обороны, на который возлагалась защита сухоходного фарватера, дальних и ближних подступов к укреплению.

О протяженности его стен можно судить по сведениям из обмерной «рописи» XVIII столетия, где указано, что у Новодвинской крепости «всего кругом башен (бастионов) и городских стен междобашея мерою 728 сажений троеаршинных», что по нынешней системе мер составляет более полутора километров. В 1701 году длина стен измерялась с помощью трехаршинной сажени (2,33 м).

Вопрос 3. Найдите по данным задачи 1 длину стен крепости и переведите их в сажени. Чем можно объяснить различие приведенных исторических данных и полученных результатов?

### Выводы

Краеведческие контексты предоставляют возможность формировать математическую грамотность учащихся, обращаясь к природе, культуре, экономике и истории родного края. За годы проведения конкурса «Архангельская область в математических задачах» накоплен обширный банк задачного материала, который ждет методической обработки.

Эта деятельность вполне может быть поручена студентам – будущим учителям математики. Это позволит им приобрести компетенции, так необходимые современному учителю математики, который должен заботиться не только о формировании предметных, но и метапредметных, а также личностных результатов обучения определенных Федеральным государственным образовательным стандартом. Включение подобных задач в содержание учебных курсов математики для общеобразовательных школ позволит ученикам осознать не только научную, но и практическую значимость приобретаемых знаний, умений и навыков.

### Список литературы

- Архангельская область в математических задачах [сайт]. URL: <http://itprojects.narfu.ru/arhkonk/about.php/>
- В каком направлении развивается российская система общего образования? [Электронный ресурс]: по результатам международной программы PISA – 2018 / ГАУ СО РЦОКО - Центр Оценки Качества Образования. Саратов, 2021. URL: <http://sarcoo.ru/uploads/docs/5e17287a8ff89.pdf> (дата обращения: 25.11.2021).
- Дворянкин Г.А. Рыбы Кенозерского национального парка: монография. Архангельск, 2016.
- Дворянкин Г.А. Современное состояние ихтиофауны и пути управления рыбными ресурсами озер Кенозерского национального парка [Электронный ресурс]: автореф. дис. ...канд. биол. наук. Калининград, 2010. URL : <https://www.dissercat.com/content/sovremennoe-sostoyanie-ikhtiofauny-i-puti-upravleniya-rybnymi-resursami-ozer-kenozerskogo-na/read> (дата обращения: 25.11.2021)
- Кенозерский национальный парк [сайт]: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: <http://www.kenozero.ru/o-parke/materialy/obshchaya-informatsiya/>
- Смирнов А. Новодвинская крепость. Краткий историко-архитектурный очерк // Летописец Севера: Историко-краеведческий сборник. Архангельск, 1990.
- Хавенсон Т.Е., Керша Ю.Д. Сравнительный анализ результатов тестов PISA и TIMSS в России и странах Европы [Электронный ресурс]. М.: НИУ ВШЭ, 2017. 32 с. URL: <https://clck.ru/TNQrE> (дата обращения: 25.11.2021).
- Татарстан в математических задачах. [сайт]. URL: <https://kpfu.ru/mathcenter/shkolnikam/konkurs-kraevedcheskih-zadach>
- Электронная научная библиотека по истории древнерусской архитектуры. [сайт]. URL: <http://www.rusarch.ru/>
- Grønmo L. S., Olsen R. V. (2006). Timss versus pisa: the case of pure and applied mathematics [электронный ресурс]. URL: [https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/publikasjoner/irc2006\\_gronmoolsen.pdf](https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/publikasjoner/irc2006_gronmoolsen.pdf) (дата обращения: 25.11.2021)
- Oxford economics. How robots change the world. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oxfordeconomics.com/recent-releases/how-robots-change-the-world> (дата обращения: 25.11.2021).
- PISA 2022 MATHEMATICS FRAMEWORK. [Электронный ресурс]. URL: <https://pisa2021-maths.oecd.org/> (дата обращения: 25.11.2021).
- The future of Education and skills. Education 2030. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf) (дата обращения: 25.11.2021).

## FORMATION OF MATHEMATICAL LITERACY OF STUDENTS IN LOCAL HISTORY CONTEXTS

|                                                                                                           |                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bezumova O. L.</b><br>Dr. Sci. (Pedagogy), associate professor<br>o.bezumova@narfu.ru<br>Arkhangelsk   | Northern (Arctic) Federal University named<br>after M. V. Lomonosov                                                |
| <b>Tomilova A. E.</b><br>Dr. Sci. (Pedagogy), associate professor<br>a.tomilova@yandex.ru<br>Arkhangelsk  | Northern (Arctic) Federal University named<br>after M. V. Lomonosov                                                |
| <b>Shabanova M. V.</b><br>Dr. Sci. (Pedagogy), professor<br>m.shabanova@narfu.ru<br>Arkhangelsk           | Moscow Center for the Quality of Education,<br>Northern (Arctic) Federal University named<br>after M. V. Lomonosov |
| <b>Shirikova T. S.</b><br>Dr. Sci. (Pedagogy), associate professor<br>t.shirikova@narfu.ru<br>Arkhangelsk | Northern (Arctic) Federal University named<br>after M. V. Lomonosov                                                |
| <b>Kotova S. N.</b><br>senior Lecturer<br>s.kotova@narfu.ru                                               | Northern (Arctic) Federal University named<br>after M. V. Lomonosov                                                |

**Abstract.** A high level of mathematical literacy is an important indicator of human competitiveness in the age of development of robotic systems. It ensures a person's readiness to make informed, responsible decisions in problematic situations of high complexity, to generate fundamentally new approaches and ideas. The formation of mathematical literacy is now recognized as a priority task of education at the international and national levels. A number of public and state organizations are engaged in monitoring the success of its solution: OECD, IEA, FIOKO, FIPI, etc. The results of their research show that the level of mathematical literacy of Russian schoolchildren is still quite low, especially in terms of recognizing the conditions for applying mathematics (formulation of mathematical problems). The solution should be sought in the saturation of the educational process with activities that require the manifestation of mathematical literacy in personally significant contexts for students, which can be: national and family traditions, regional peculiarities and problems, historical events, sights, nature and economy of the native land. The proof of this possibility is the tasks set by the students participating in the competitions of local history problems, which, after some methodical processing, can serve as a means of forming all the main aspects of mathematical literacy in accordance with the international PISA framework and the requirements of the Federal State Educational Standard LLC and SOO.

**Keywords:** mathematical literacy, formation, level improvement, technologies, interdisciplinary approach, local history mathematical problems, competence-oriented task.

## References

- Arhangel'skaya oblast' v matematicheskikh zadachah* [Arkhangelsk region in mathematical problems] URL : <http://itprojects.narfu.ru/arhkonk/about.php/> (In Russ.)
- Dvoryankin, G. A. (2010). *Sovremennoe sostoyanie ihtiofauny i puti upravleniya rybnymi resursami ozer Kenozerskogo nacional'nogo parka* [The current state of the ichthyofauna and ways of managing fish resources of the lakes of the Kenozersky National Park]: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences, Kaliningrad. URL: <https://www.dissercat.com/content/sovremennoe-sostoyanie-ikhtiofauny-i-puti-upravleniya-rybnymi-resursami-ozer-kenozerskogo-na/read> (In Russ.)
- Dvoryankin, G. A. (2016). *Ryby Kenozerskogo nacional'nogo parka* [Fishes of the Kenozersky National Park]. Arkhangelsk. (In Russ.)
- Elektronnaya nauchnaya biblioteka po istorii drevnerusskoj arhitektury* [Electronic scientific library on the history of Ancient Russian architecture]. URL: <http://www.rusarch.ru/> (In Russ.)
- Grønmo, L. S., Olsen, R. V. (2006). Matematikkprestasjoner i TIMSS og PISA. URL: [https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/publikasjoner/irc2006\\_gronmoolsen.pdf](https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/publikasjoner/irc2006_gronmoolsen.pdf)
- Havenson, T. E., Kersha, Yu. D. (2017). *Sravnitel'nyj analiz rezul'tatov testov PISA i TIMSS v Rossii i stranah Evropy* [Comparative analysis of PISA and TIMSS test results in Russia and European countries] / M.: NIU VSHE, 2017. URL: <https://clck.ru/TNQR> (In Russ.)
- Kenozerskij nacional'nyj park* [Kenozersky National Park]. URL: <http://www.kenozero.ru/o-parke/materialy/obshchaya-informatsiya/> (In Russ.)
- Oxford economics. How robots change the world. URL: <https://www.oxfordeconomics.com/recent-releases/how-robots-change-the-world>
- PISA 2022 MATHEMATICS FRAMEWORK. URL: <https://pisa2021-maths.oecd.org/>
- Smirnov, A. (2015). *Novodvinskaya krepost'. Kratkij istoriko-arhitekturnyj ocherk* [Novodvinsk fortress. A brief historical and architectural sketch]. URL: [http://www.rusarch.ru/smirnov\\_a1.htm](http://www.rusarch.ru/smirnov_a1.htm) (In Russ.)
- Tatarstan v matematicheskikh zadachah* [Tatarstan in mathematical problems]. URL: <https://kpfu.ru/mathcenter/shkolnikam/konkurs-kraevedcheskih-zadach> (In Russ.)
- The future of Education and skills. Education 2030. URL: [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- V kakom napravlenii razvivaetsya rossijskaya sistema obshchego obrazovaniya? Po rezul'tatam mezhdunarodnoj programmy PISA – 2018* [In what direction is the Russian system of general education developing? Based on the results of the PISA – 2018 international program] / GAU SO RCOKO - Centr Ocenki Kachestva Obrazovaniya. Saratov, 2021. URL: <http://sarrcoko.ru/uploads/docs/5e17287a8ff89.pdf> (In Russ.)