

Яровая Евгения Анатольевна

Кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой геометрии и методики обучения математике, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск. E-mail: jnar1@yandex.ru

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ*

Цель статьи – используя научные и методологические основы и опираясь на собственный опыт, описать авторский комплексный подход к формированию математической и естественнонаучной грамотности обучающихся основной школы посредством выполнения комплексных заданий с биологическим содержанием.

В статье обосновывается актуальность исследований в данном направлении и формулируется противоречие, приводящее к проблеме поиска оптимальных подходов к формированию математической и естественнонаучной грамотности школьников как составляющих функциональной грамотности. Предложен авторский комплексный подход к формированию двух указанных составляющих функциональной грамотности при обучении математике в основной школе, коррелирующий с формированием метапредметных результатов в соответствии с требованиями ФГОС. В качестве средства формирования математической и естественнонаучной грамотности выбраны комплексные задания с биологическим содержанием, описаны методические требования к их составлению и продемонстрированы примеры заданий. По итогам исследования сформулированы выводы. Намечены перспективы работы в направлении использования комплексных заданий с научным содержанием для формирования функциональной грамотности обучающихся профильных классов.

Ключевые слова: педагогическое образование, обучение математике, обучение биологии, компетенция, функциональная грамотность, математическая грамотность, естественнонаучная грамотность, комплексное задание, метапредметные результаты.

Yarovaya Yevgeniya Anatolyevna

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geometry and Methodology of Teaching Mathematics, Novosibirsk state pedagogical University, Novosibirsk. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8178-2117>
E-mail: jnar1@yandex.ru*

AN INTEGRATED APPROACH TO THE FORMATION OF MATHEMATICAL AND NATURAL SCIENCE LITERACY OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS

The purpose of the article is to describe the author's comprehensive approach to the formation of mathematical and natural science literacy of middle school students by

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках исполнения государственного задания № 073-00072-21-01 по проекту «Разработка модели взаимодействия педагогических вузов с базовыми школами и организация их методического сопровождения».

performing complex tasks with biological content using scientific and methodological foundations and relying on his own experience.

The article substantiates the relevance of research in this direction and formulates a contradiction that leads to the problem of finding optimal approaches to the formation of mathematical and natural science literacy of schoolchildren as components of functional literacy. The author offers an integrated approach to the formation of the two components of functional literacy in teaching mathematics in primary school, which correlates with the formation of meta-subject results in accordance with the requirements of the Federal State Educational Standard. Complex tasks with biological content are selected as a means of forming mathematical and natural science literacy, methodological requirements for their compilation are described and examples of tasks are demonstrated. According to the results of the study, conclusions are formulated. The prospects of work in the direction of using complex tasks with scientific content for the formation of functional literacy of students of specialized classes are outlined.

Keywords: pedagogical education, teaching mathematics, teaching biology, competence, functional literacy, mathematical literacy, natural science literacy, complex task, metasubject results.

Актуальность. Приоритетной целью Российского образования в настоящее время является формирование функциональной грамотности обучающихся в системе общего образования. По словам А. А. Леонтьева, «функционально грамотный человек – это человек, который способен использовать все постоянно приобретаемые в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений» [18, с. 35]. Согласно PISA (Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся), это понятие включает читательскую, математическую, финансовую и естественнонаучную грамотности, креативное мышление и глобальные навыки. Для каждого из направлений функциональной грамотности в ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» на основе концепции исследования PISA разработаны подходы к составлению заданий, ориентированных на формирование и оценку той или иной составляющей функциональной грамотности. На официальном сайте института выставлены учебно-методические материалы,

включающие открытый банк заданий и методические рекомендации для учителей по его использованию в учебном процессе. Учителя-предметники в соответствии со своим профилем используют рекомендованные дидактические материалы на уроках и во внеурочной деятельности для формирования своего направления функциональной грамотности (литераторы – читательской, математики – математической, физики, химии, биологи – естественнонаучной и т. п.), что вполне обоснованно. Считается, что каждый из них вносит свой «кирпичик» в общий фундамент функциональной грамотности обучающегося. При этом, за редким исключением, учителя не интересуются заданиями из другой предметной области и не используют их для установления, например, межпредметных связей. Тем самым теряется один из важнейших принципов обучения – интеграции.

Таким образом, возникает противоречие между необходимостью формирования функциональной грамотности обучающегося как комплекса ее составляющих в их взаимосвязях и взаимозависимостях и недостаточной разработанностью соответствующих методических подходов.

Указанное противоречие приводит к *проблеме* разработке комплексного подхода к формированию функциональной грамотности, предусматривающего возможность в рамках одной предметной области (например, естественнонаучной) формировать читательскую или математическую грамотность и обратно. В рамках данной статьи мы ограничимся двумя составляющими функциональной грамотности – математической и естественнонаучной.

Вопросы формирования функциональной грамотности (ФГ) вообще, и ее составляющих – математической грамотности (МГ) и естественнонаучной грамотности (ЕНГ) – в частности, в настоящее время широко освещаются в научно-методической литературе и разного рода публикациях. Концептуальные основы и ключевые положения теории и практики формирования функциональной (математической и естественнонаучной) грамотности представлены в работах Л. О. Рословой и А. Ю. Пентина, заведующих соответствующими лабораториями ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» и их коллег [22; 24; 25]. В научных публикациях описаны различные подходы к формированию МГ и ЕНГ: дидактический [23], модельный [29], интегративный [9], практикоориентированный [13; 15] и др. В ряде публикаций описан опыт формирования МГ или ЕНГ при изучении соответствующих дисциплин, например, на уроках математики посредством использования экономических задач [12]. В качестве эффективного способа формирования МГ и ЕНГ авторы выбирают элементы исследовательской и проектной деятельности [6]. Опыт составления заданий, направленных на формирование МГ и ЕНГ, представлен в работах [5; 14]. Ряд публикаций посвящен специфичным проблемам формирования ЕНГ: на уроках географии [7], биологии [26; 34],

химии [2], физики [16]. В аспекте исследуемой проблемы выделим работы [4; 8; 9; 20; 21], в которых затронуты вопросы интеграции предметов естественнонаучного цикла (назовем ее *внутренней* интеграцией).

В последние годы появился ряд публикаций, в которых поднимается проблема необходимости активнее использовать межпредметные связи (или интеграцию) между различными предметными областями (в нашем случае это математика и дисциплины естественнонаучного цикла) для более эффективного формирования функциональной грамотности [1; 3; 11; 17; 27; 28; 32]. Будем называть такую интеграцию *внешней*. Однако такие публикации затрагивают лишь отдельные аспекты проблемы, в них отсутствует теоретическое обоснование целесообразности использования интегративного подхода как средства формирования функциональной грамотности, в основном демонстрируются конкретные примеры из опыта профессиональной деятельности.

Цель статьи – используя научные и методологические основы и опираясь на собственный опыт, описать авторский комплексный подход к формированию математической и естественнонаучной грамотности обучающихся основной школы посредством выполнения комплексных заданий с биологическим содержанием.

Задачи:

- 1) анализ научной и методической литературы по проблеме исследования;
- 2) построение и описание авторского подхода к решению проблемы;
- 3) представление и анализ собственного опыта;
- 4) формулировка выводов;
- 5) определение перспектив дальнейших исследований в данном направлении.

Методы исследования: анализ теоретических положений научных исследований, моделирование, сравнение.

Авторский инновационный результат состоит в подходе к постановке проблемы, в разработке и обосновании комплексного подхода к формированию математической и естественнонаучной грамотности в системе общего образования и выборе соответствующего инструментария.

Первым требованием к математической подготовке по ФГОС¹ является формирование представлений о математике как о методе познания действительности, позволяющем описывать и изучать реальные процессы и явления, что также подчеркивает значимость изучения математики как языка, на котором говорят другие науки, в частности, биология.

Предметы естественнонаучного цикла дают учащимся знания о живой и неживой природе, о материальном единстве мира, о природных ресурсах и их использовании в хозяйственной деятельности человека.

Для успешного изучения биологии учащимся необходимо овладеть не только предметными (биологическими), но и другими умениями, формируемыми в рамках изучения предметной области «Математика» а именно:

- моделировать реальные ситуации на языке алгебры, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат;
- использовать функционально-графические представления для описания и анализа реальных зависимостей;
- извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках, описывать и анализировать массивы числовых данных с помощью подходящих статистических характеристик, использовать понимание вероятностных свойств окружающих явлений при принятии решений.

¹ Федеральный государственный образовательный стандарт общего образования. Приказ Минобрнауки России от 17 декабря 2010 г. N 1897.

А. Ю. Пентин подчеркивал: «Важная роль в изучении физики, химии и биологии принадлежит межпредметным связям этих учебных предметов с математикой. На уроках математики должны систематически предлагаться задачи, где математический инструментарий надо применить в практических ситуациях.

В свою очередь, на уроках других курсов должен вставать вопрос хотя бы о простейшей математической интерпретации каких-то данных. О важности математической подготовки школьников при изучении естественнонаучных предметов свидетельствуют и полученные результаты: учащиеся математического класса показали более высокий уровень ЕНГ» [20, с. 68].

Современные требования метапредметности в обучении ориентирует учителей на систематическую взаимосвязь учебных предметов, активную реализацию межпредметности в содержании, использовании методов и форм организации обучения, позволяющих объединять знания из различных научных и практических областей.

Одним из путей решения этой задачи является использование задач межпредметного содержания и связанных с ними способов действий.

Трактовка понятия «межпредметная задача» может рассматриваться в двух аспектах:

- содержательном, как задача, построенная на материалах разных учебных дисциплин;
- инструментальном, как задача, решение которой предполагает использование знаний и умений нескольких учебных предметов.

Целесообразность применения задач межпредметного характера в процессе обучения обусловлена рядом положений:

- межпредметные задачи достаточно полно отвечают дидактическим принципам обучения;

– решение межпредметных задач позволяет органически включить в систему знаний изучаемого в данный момент учебного предмета понятия и законы, ранее изученные в других предметах;

– естественным образом осуществляется перенос обобщенных и конкретизированных приемов умственной деятельности с одного предмета на другой, при этом не требуется дополнительного учебного времени и др.

Приведем примеры межпредметных задач, фабула которых имеет биологическое содержание, и которые решаются математическими средствами. Подобные задачи можно использовать, например, при изучении математики в классах естественнонаучного профиля.

Пример 1. В 1971 г. около Кардиффа (Великобритания) было зарегистрировано самое высокое содержание грибных спор в воздухе – 161037 штук в 1 кубическом метре². Сколько грибных спор содержалось в 1 кубическом дециметре воздуха? (Ответ округлите до единиц)

Решение.

Так как $1 \text{ м} = 10 \text{ дм}$, то $1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ дм}^3$.

Следовательно, $1 \text{ дм}^3 = 0,001 \text{ м}^3$ (или $1 \text{ дм}^3 = \text{ м}^3$).

Вычислим количество грибных спор в 1 кубическом дециметре воздуха:

$$161037 \cdot 0,001 = 161,037.$$

Округлим полученное число до единиц: $161,037 \approx 161$.

Ответ: 161 спора.

Методический комментарий. Усло-

вие задачи (текст) отражает материал школьного курса биологии 5–6 классов. Математическая составляющая задачи представлена её требованиями. Математический процесс проявляется в умении переводить числовые значения из одной системы единиц в другую; в составлении числовых выражений и нахождении их значений; округлении чисел до заданного разряда.

Пример 2. В таблице представлены размеры грибов для переработки (засолки, маринования и т. д.) в зависимости от сорта.

Ответьте на вопросы.

А. Во сколько раз диаметр шляпки белого гриба первого сорта меньше диаметра шляпки белого гриба второго сорта?

Ответ: в 1,75 раза.

Б. Во сколько раз площадь шляпки груздя второго сорта больше площади шляпки груздя первого сорта?

Ответ: в 3,24 раза.

В. К какому сорту относится рыжик с длиной ножки 1,7 см?

Ответ: к первому сорту.

Г. У каких грибов совпадают размеры (диаметр шляпы и длина ножки) как для первого, так и для второго сорта?

Ответ: у белого гриба и рыжика.

Методический комментарий. Условие задачи (таблица) отражает материал школьного курса биологии 5–6 классов. Математическая составляющая задачи представлена её требованиями: необхо-

Наименование гриба	Сорт	Размеры грибов (не более), см	
		Диаметр шляпки	Длина ножки
Белый гриб	Первый	4,0	2,0
	Второй	7,0	3,0
Груздь	Первый	5,0	2,0
	Второй	9,0	3,0
Рыжик	Первый	4,0	2,0
	Второй	7,0	3,0

²Источник: <http://biofile.ru/bio/3728.html>

димом ответить на вопросы (для этого вы-

полнить определенные математические действия), при этом информация для решения извлекается из таблицы. Математический процесс проявляется в умении сравнивать рациональные числа, составлять числовые выражения и находить их значения.

Подобные задания вполне вписываются в учебный процесс основной школы в контексте актуальной проблемы формирования математической и естественнонаучной грамотности, являющимися составляющими функциональной грамотности.

В исследовании PISA даны следующие определения понятий (приведены в переводе).

«Математическая грамотность – это способность индивидуума проводить математические рассуждения и формулировать, применять, интерпретировать математику для решения проблем в разнообразных контекстах реального мира»³

«Естественнонаучная грамотность – это способность вдумчивого взаимодействия с научными идеями и задачами, требующими научнообразного представления»⁴.

Математическая грамотность включает в себя способность к математической аргументации, применение математических концептов, операций, фактов и инструментов для описания, объяснения и предсказания явлений. Она способствует пониманию роли, которую математика играет в современном мире, а также ее роли в процессе вынесения взвешенных суждений и решений, необходимых для конструктивной, вовлеченной и осознанной жизни в обществе.

Естественнонаучная грамотность под-

разумевает наличие умений научно объяснять явления, разрабатывать и проводить научные изыскания, интерпретировать научные данные и доказательства и обладать глубокими предметными знаниями.

Общими для обеих составляющих функциональной грамотности являются умения анализировать, оценивать данные, утверждения и доказательства в разнообразных формах представления, делать научно обоснованные выводы.

Определение математической грамотности в исследовании PISA рассматривается с точки зрения трех взаимосвязанных аспектов:

- 1) контексты заданий оценочных материалов;
- 2) предметное содержание, на которое нацелена данная задача;
- 3) математический процесс (мыслительная деятельность), описывающий действия, которые необходимо предпринять, чтобы перевести контекст задания в математическую плоскость и затем решить ее.

Соответственно опишем аспекты естественнонаучной грамотности:

- 1) контекст;
- 2) компетенции;
- 3) личная позиция;
- 4) предметные и процессуальные и эпистемологическое знания.

В соответствии с данными определениями, в качестве инструментария исследования МГ и ЕНГ учащимся предлагаются специальные задания, описывающие возможную *проблемную реальную ситуацию*, представленные в некотором контексте и разрешаемые доступными учащемуся средствами предмета.

Контексты заданий в соответствии с направлением, с одной стороны, отражают специфику предметной области, с другой – достаточно пересекаются. Ниже дана характеристика каждой категории контекста (МГ) в соответствии с исследованиями PISA.

А. Задачи, отнесенные к категории

³ Официальный сайт ФИОКО: URL: <https://fiooco.ru/Media/Default/Documents/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F/7.2.%20%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202.pdf>, с. 31.

⁴ Там же, с. 44.

индивидуального контекста, фокусируются на деятельности отдельного человека, его семьи или группы сверстников.

Б. Задачи, отнесенные к категории *профессионального* контекста, сосредоточены на сфере труда.

В. Задачи, классифицируемые как *социальные*, фокусируются на сообществе (местном, национальном или глобальном).

Г. Задачи, входящие в *научную* категорию, относятся к применению математики в мире природы, а также к проблемам и темам, связанным с наукой и техникой.

Описанные в заданиях ЕНГ контексты проблемных ситуаций (PISA) – это здоровье, природные ресурсы, окружающая среда, опасности и риски, связь науки и технологий. Причем уровень рассмотрения ситуации может быть:

- личностный (связанный с самим учащимся, его семьей, друзьями);
- местный/национальный (связанный с проблемами данной местности или страны);
- глобальный (связанный с явлениями, происходящими в общемировом масштабе).

Основные *мыслительные* задачи (МГ), которые будут решаться учащимися при разрешении предложенных проблем:

- формулировать ситуацию на языке математики;
- применять математические понятия, факты, процедуры;
- интерпретировать, использовать и оценивать математические результаты [19, с. 20–21].

Компетенции, проверяемые в заданиях по ЕНГ, достаточно обширны, приведем наиболее значимые с точки зрения взаимосвязи с математическими задачами: преобразовывать данные с помощью различных способов представления данных; анализировать и интерпретировать данные, делать соответствующие заклю-

чения; определять условия задач, доказательства и логические рассуждения в научных текстах.

Предметное (математическое) содержание заданий представлено четырьмя категориями, отражающими основные содержательные линии курса математики основной школы:

- 1) пространство и форма (геометрия);
- 2) изменение и зависимости (алгебра);
- 3) количество (арифметика);
- 4) неопределенность и данные (статистика и вероятность) [19, с. 23–28].

Предметное естественнонаучное содержание заданий включает знания о биологических, земных и космических системах.

В аспекте рассматриваемой проблемы выделим особо некоторые *процедурные* знания, которые напрямую связаны с математикой:

- понятие переменных, включая зависимые, независимые и контрольные переменные;
- понятие измерения, например, количественные (измерения) и качественные (наблюдения), применение шкал, категорий, и непрерывных переменных;
- способы оценки и уменьшения неопределенности, например, повторное измерение, использование методов усреднения;
- общие методы абстрагирования и представления данных в таблицах, графиках, диаграммах, и их уместное использование)⁵.

Решая на уроках математики задачи, связанные, например, с измерением величин, оценкой полученных результатов и др., мы тем самым формируем не только собственно математические предметные знания, но и естественнонаучные процедурные знания.

Ниже приводится рекомендованная

⁵ Там же, с. 55

структура *характеристики заданий* для оценки функциональной грамотности.

- Содержательная область.
- Контекст.
- Мыслительная деятельность/компетентностная область.
- Объект оценки.
- Уровень сложности.
- Формат ответа.
- Критерии оценивания.

Авторский подход к формированию математической грамотности обучающихся основной школы основан на использовании так называемых *комплексных заданий*.

«Под *комплексным заданием* понимается система учебных задач, охватывающая широкий круг проверяемых умений и навыков, как предметных, так и метапредметных» [31, с. 25].

В основе составления комплексных заданий лежат следующие принципы. «Комплексное задание должно:

- отражать содержание изучаемой дисциплины;
- носить межпредметный характер;
- иметь направленность на формирование метапредметных результатов,
- иметь практическую направленность;
- способствовать развитию познавательной активности обучающихся» [31, с. 25].

Предложенный автором еще в 2014 году подход к использованию комплексных заданий при изучении математики, в первую очередь, для достижения метапредметных результатов [31; 33], полностью «стыкуется» с современными подходами к конструированию заданий по оценке и формированию математической грамотности. Учитывая тот факт, что математическая грамотность является одним из компонентов функциональной грамотности, представляется весьма возможным и своевременным использование авторских комплексных заданий с биологическим содержанием [см. 10; 30; 31].

Отметим, что основным контекстом в авторских комплексных заданиях является **научная деятельность**. Кроме того, поскольку основным предназначением комплексных заданий является формирование математической грамотности, каждое задание характеризуется достаточно широким спектром таких параметров, как область содержания, мыслительная деятельность, объект оценки, уровень сложности и формат ответа.

Приведем пример авторского комплексного задания (КЗ) и дадим его характеристику по 7 пунктам.

Пример 3. (КЗ 1).

Прочитайте текст.

«В среднем человеческий мозг весит около 2 % массы тела у мужчин, и 2,5 % массы тела у женщин, при этом мозг у мужчин весит на 100–150 грамм больше (мозг мужчины весит около **1 375 г**, мозг женщины **1 275 г**). В целом вес мозга взрослого человека может колебаться от 1 до 2 килограмм.

Мозг имеет максимальный вес в возрасте человека около 27 лет, и с возрастом уменьшается в среднем на 30 грамм за 10 лет.

У новорожденного масса мозга составляет около 10 % массы тела, в среднем 455 г»⁶.

Используя данную информацию, выполните задания.

1. Переведите все числовые значения веса мозга, записанные в граммах, в килограммы.

Ответ: 100 г = 0,1 кг, 150 г = 0,15 кг, **1 375 г = 1,375 кг**, **1 275 г = 1,275 кг**, **30 г = 0,03 кг**, **455 г = 0,455 кг**.

2. Переведите все числовые значения веса мозга, записанные в килограммах, в граммы.

Ответ: **1 кг = 1 000 г**, **2 кг = 2 000 г**.

3. Выберите верные утверждения.

А. С возрастом вес мозга увеличивается.

Б. Вес мозга женщины меньше веса

⁶Источник: <http://skolko-vesit.ru/mozg.htm>.

мозга мужчины.

В. Вес мозга новорожденного в процентном отношении больше веса мозга взрослого человека.

Г. Вес мозга мужчины в процентном от-

ношении больше веса мозга женщины.

Ответ: Б, В.

4. Установите соответствие между массой тела мужчины/женщины и средним весом его мозга (см. табл. 1).

Таблица 1

	Масса тела, кг/пол		Вес мозга, г
1	80, мужчина	A	1 600
2	70, женщина	B	1 625
3	85, мужчина	C	1 700
4	65, женщина	D	1 750

Ответ: 1 – А; 2 – D; 3 – С; 4 – В.

5. Решите задачи.

Задача 5.1. Масса тела мужчины 75 кг. Найдите вес его мозга. (Ответ запишите в граммах)

Ответ: 1 500 г.

Задача 5.2. Масса тела женщины 55 кг. Найдите вес её мозга. (Ответ запишите в граммах)

Ответ: 1 375 г.

Задача 5.3. Вес мозга мужчины в возрасте 27 лет составлял

1800 г. Найдите вес мозга этого мужчины через 35 лет.

Ответ: 1 695 г.

Задача 5.4. Масса тела новорожден-

ного ребенка 3 кг 400 г. Найдите вес мозга новорожденного. (Ответ запишите в граммах)

Ответ: 340 г.

Задача 5.5. Найдите массу тела мужчины, вес мозга которого равен весу мозга женщины с массой тела 60 кг.

Ответ: 75 кг.

6. Постройте гистограмму веса мозга мужчины в период от 20 до 70 лет включительно (через каждые 10 лет), если в 20 лет вес его тела составлял 70 кг (можно использовать программу Microsoft Excel).

Ответ: см. рис. 1.

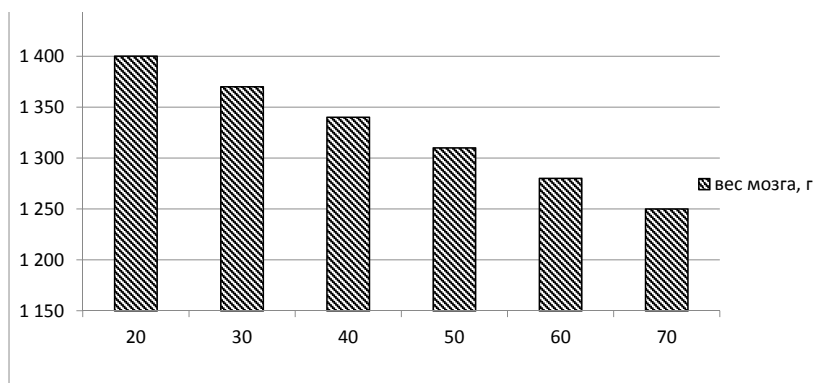


Рис. 1. Ответ к заданию 6 КЗ 1

Характеристика задания

1. *Область содержания:* изменение и зависимости; количество.

2. *Контекст:* научная деятельность.

3. *Мыслительная деятельность:* рассуждать; применять; интерпретировать.

4. *Объект оценки (предметный результат):* составление числовых выражений

по условию задачи, нахождение значения числового выражения, решение арифметическим способом несложных текстовых задач разных типов (на проценты, доли

и части); построение диаграмм по данным реальных зависимостей.

5. *Уровень сложности:*

Номер задания	1	2	3	4	5					6
					5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
Уровень	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1

6. *Формат ответа:*

- а) с развёрнутым ответом;
- б) с выбором ответа;

- в) с кратким ответом;
- г) на установление соответствия;

Номер задания	1	2	3	4	5					6
					5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
Вид ответа	в	в	б	б	а	а	а	а	а	а

7. *Критерии оценивания* (1 или 2 балла): полный ответ – 2 балла, частично

верный ответ – 1 балл.

Номер задания	1	2	3	4	5					6
					5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
Максимальный балл	6	2	1	1	2	2	2	2	2	2

Общий максимальный балл за выполнение комплексного задания составляет 16.

Приведем *структуру блока* для оценки математической грамотности в соответствии с концепцией, принятой разработчиками оценочных материалов ФГБНУ «Институт стратегии развития образования» РАО [19].

Время выполнения: 40 минут

Количество: 1 комплексное задание (*ситуация*), включающее 6 вопросов (заданий), одно задание содержит 5 подзадач.

Области содержания: 2

Виды когнитивной деятельности: 3

Контексты: 1

Количество баллов: 1 или 2; по блоку: $6+2+1+1+2+2+2+2+2+2 = 16$

Сложность: 1 (1 балл), 2 (2 балла); по блоку: $1+1+1+1+1+1+2+1+2+1 = 12$

Формы ответа: множественный выбор, краткий ответ, развернутый ответ, на соответствие

Прокомментируем задание с точки зрения формирования ЕНГ.

Контекст задания связан со здоровьем и его нарушением на личном уровне. Содержание текста КЗ, составляющих его заданий для выполнения и их решения могут быть интерпретированы с точки зрения поддержания здоровья, осознания последствий несчастных случаев, формирования ценностного отношения к собственному организму.

Компетенции включают способность преобразовывать данные с помощью различных способов представления данных; анализировать и интерпретировать данные, делать соответствующие заключения; определять условия задач и др.

Предметные знания отражены непосредственно в тексте задания, это знания о биологических системах, в частности, о системе человека (мозг – главный орган центральной нервной системы).

Процедурные знания формируются в направлении количественных измерений, применении шкал (ранжирование), использование методов усреднения.

Эпистемологическое знание связано

с анализом фактов, формирования ценностного отношения к собственному организму.

Представленные комплексные задания можно включать в содержание урока математики при изучении определенной темы. В то же время содержание заданий позволяет легко «привязать» задачу к материалу другой темы, покажем это на примере.

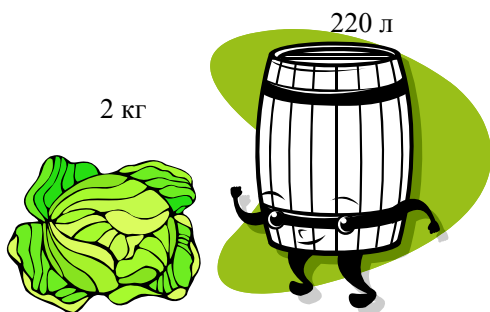
Пример 4. (КЗ 2).

Прочитайте текст.

«Растение пропускает через себя очень много воды. Например, подсолнечник за один день испаряет до 800 г воды, а за лето – до 200 кг. Каждое растение пшеницы (также ячмень, овес) за день испаряет около 50 г воды (см. также рисунок). Представляете, сколько надо воды для целого пшеничного поля?»

Из всего огромного количества воды, проходящей через растение, лишь очень незначительная ее часть используется им на синтез веществ своего тела. Только 0,2 % всей пропускаемой воды растение усваивает. Остальные 99,8 % воды тратится на испарение. Но эта трата очень важна для растений»⁷.

Рисунок к задаче⁸



Используя данную информацию, вы-

⁷ Источник: Пономарева И. Н. Биология: 6 класс: Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений / И. Н. Пономарева, О. А. Корнилова, В. С. Кучменко, под ред. проф. И. Н. Пономаревой. – 3-е изд., перераб. – М.: Вентана-Граф, 208. – 240 с.

⁸ Изображения взяты на сайте «Яндекс картинки», находящиеся в открытом доступе

полните задания⁹

Задание 1. Выразите количество воды, которое подсолнечник испаряет за один день, в килограммах, центнерах, тоннах.

Решение.

Так как 1 г = 0,001 кг, 1 кг = 0,01 ц, 1 ц = 0,1 т, то имеем:

$$800 \text{ г} = 0,8 \text{ кг} = 0,008 \text{ ц} = 0,0008 \text{ т.}$$

Ответ: 0,8 кг; 0,008 ц; 0,0008 т.

Задание 2. Выразите количество воды, которое одно растение подсолнечника испаряет за лето, в граммах и килограммах.

Решение.

В июне 30 дней, в июле – 31 день, в августе – 31 день, т. е. всего 92 дня.

Так как за день подсолнечник испаряет до 800 г воды, то за 92 дня он испарит до $800 \cdot 92 = 73600$ г или 73,6 кг.

Ответ: 73 600 г; 73,6 кг.

Задание 6. Решите задачи.

Задача 1. Найдите количество воды, которое одно растение пшеницы испаряет за один месяц (30 дней). (Ответ запишите в килограммах)

Решение.

$$50 \cdot 30 = 1500 \text{ (г).}$$

Так как 1 кг = 1 000 г, то 1 500 г = 1,5 кг.

Ответ: 1,5 кг.

В приведенном решении задания 1 результаты записаны в виде десятичных дробей. Однако учитель может конкретно указать, в виде какой дроби следует записать ответ: обыкновенной или десятичной, в зависимости от изучаемого материала.

Тогда решение будет выглядеть следующим образом:

Поскольку в каждом случае получа-

$$\text{«Так как } 1 \text{ г} = \frac{1}{1000} \text{ кг, } 1 \text{ кг} = \frac{1}{100} \text{ ц,}$$

$$1 \text{ ц} = \frac{1}{10} \text{ т, то имеем:}$$

$$800 \text{ г} = \frac{8}{10} \text{ кг} = \frac{8}{1000} \text{ ц} = \frac{8}{10000} \text{ т.}$$

$$\text{Ответ: } \frac{8}{10} \text{ кг; } \frac{8}{1000} \text{ ц; } \frac{8}{10000} \text{»}.$$

⁹ Здесь представлена часть заданий, полный текст см. в пособии [31]

ются сократимые дроби, то при изучении темы «Основное свойство дроби» эта задача может быть дополнена еще одним требованием, например: «В ответе записать несократимые дроби».

В задании 2, где требуется выразить количество воды, которое одно растение подсолнечника испаряет за лето, в граммах и килограммах, требование также можно корректировать:

- если изучается множество рациональных чисел, то оставляем требование выразить «... в граммах и килограммах»;
- если работаем пока только с натуральными числами, то предлагаем выразить количество воды в граммах.

В предлагаемом решении задачи 3 задания 6 «Сколько воды усваивает одно растение подсолнечника за один день? За все лето? (Ответ округлите до десятых)» использовалась пропорция. Однако по некоторым учебным пособиям проценты изучаются в 5-м классе, а пропорция – в 6-м. Тогда целесообразно оформить решение, используя правило нахождения числа по его проценту:

1) $800:99,85 \cdot 100 = 801,6032... \approx 801,6$ (г) воды пропускает в день подсолнечник.

2) $801,6 - 800 = 1,6$ (г) воды усваивает

подсолнечник за один день.

3) $1,6 \cdot 31 = 49,6$ (г) воды усваивает подсолнечник за месяц.

Подобным образом могут быть скорректированы требования к заданиям, учитывая текущий уровень математической подготовки учащихся.

Время на выполнение комплексных заданий может варьироваться от 10 до 45 минут в зависимости от цели его включения в урок математики, а также от объема задания.

Приведем характеристику задания.

1. *Область содержания*: изменение и зависимости; количество.

2. *Контекст*: научная деятельность.

3. *Мыслительная деятельность*: рассуждать; применять; интерпретировать.

4. *Объект оценки (предметный результат)*: составление числовых выражений по условию задачи, нахождение значения числового выражения, решение арифметическим способом несложных текстовых задач разных типов (на проценты, доли и части); построение диаграмм по данным реальных зависимостей.

5. *Уровень сложности*:

Номер задания	1	2	3	4	5					6
					5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
Уровень	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1

6. Формат ответа:

а) с развёрнутым ответом;

б) с выбором ответа;

в) с кратким ответом;

г) на установление соответствия:

Номер задания	1	2	3	4	5					6
					5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
Вид ответа	в	в	б	б	а	а	а	а	а	а

7. *Критерии оценивания* (1 или 2 балла): полный ответ – 2 балла, частично

верный ответ – 1 балл.

Номер задания	1	2	3	4	5					6
					5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
Максимальный балл	6	2	1	1	2	2	2	2	2	2

Приведем еще один пример задания с вариантом инструкции по его проверке и критериями оценивания.

Пример 5. «Помеченная самка бабочки данаиды *Danaus plexippusi*, выпущенная Дональдом Дэвисом в парке Прескиль вблизи Брайтона, пр. Онтарио, Канада, 6 сентября 1986 г., была вторично отловлена за 3 432 км, на горе вблизи Аньянгуео, Мексика, 15 января 1987 г.»¹⁰. **Определите среднюю скорость бабочки данаиды (результат округлите до сотых).**

Решение.

Посчитаем, сколько дней в пути была бабочка: в сентябре – 25 дней; в октябре – 31 день, в ноябре – 30 дней, в декабре – 31 день, в январе – 15 дней.

1) $25 + 31 + 30 + 31 + 15 = 132$ (дня) летела бабочка;

2) $132 \cdot 24 = 3168$ (ч) за 132 дня;

3) $3\,432 : 3\,168 \approx 1,08$ (км/ч) – средняя скорость бабочки.

Ответ: 1,08 км/ч.

Методический комментарий.

1. Условие задачи представлено в виде текста, содержание (фабула) отражает материал школьного курса биологии 5–6 классов.

2. Требование задачи отражает математический процесс, проявляющийся в умении:

- составлять числовые выражения по условию задачи и находить их значения;
- оперировать понятием «средняя скорость»;
- округлять числа.

3. При решении задачи необходимо применить знания из реальной жизни: знать количество дней в различных месяцах.

Задания для формирования функциональной грамотности, разработанные идеологами данного проекта в России, описывают, по их мнению, реальную ситуацию и носят практикоориентированный характер. С этим трудно не согласиться, однако создается впечатление, что в некоторых случаях эта реальная ситуация является «надуманной», и в действительной жизни вряд ли ученики столкнутся с нею. Поэтому научно-познавательный контекст задания, по нашему мнению, является оптимальным: обучающиеся получают информацию о фактах из реального мира, происходит непреднамеренное повторение учебного материала, через содержание задания в условиях дифференциации обучения повышается интерес к «непрофильным» предметам.

Инструкция по проверке и критерии оценивания задания

Решение	Критерии оценки/количество баллов за задание
Посчитаем, сколько дней в пути была бабочка: в сентябре – 25 дней; в октябре – 31 день, в ноябре – 30 дней, в декабре – 31 день, в январе – 15 дней. 1) $25 + 31 + 30 + 31 + 15 = 132$ (дня) летела бабочка; 2) $132 \cdot 24 = 3168$ (ч) за 132 дня; 3) $3\,432 : 3\,168 \approx 1,08$ (км/ч) – средняя скорость бабочки. Ответ: 1,08 км/ч.	2 – приведено верное решение, получен верный ответ 1 – приведено в целом верное решение, получен неверный ответ из-за вычислительной ошибки при нахождении значений числовых выражений ИЛИ 1 – приведено в целом верное решение, получен неверный ответ из-за ошибки в определении количества дней, которые была в пути бабочка по месяцам 0 – все другие случаи

¹⁰ Источник: http://nnm.me/blogs/serg_user2/samye_bolshie_i_samye_malenkie_zhivotnye/

По итогам проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

1. Формирование функциональной грамотности сегодня – насущная потребность общества и первостепенная задача российского образования.

2. Функциональная грамотность – это комплекс из шести составляющих, каждая из которых вносит свой вклад в формирование компетентной личности, способной установить взаимосвязь реального мира и мира математического, естественнонаучного и др.

3. Формируя на уроках математики, физики, биологии только «свои» составляющие функциональной грамотности, мы зачастую не учитываем особенности своей предметной области и ее потенциальные возможности в формировании других «грамотностей» и, в конечном итоге, достижения общей цели.

4. Использование комплексного подхода позволяет грамотно и эффективно учитывать общие подходы к составлению оценочных заданий, достаточно пересекающиеся контексты, компетенции, уровни и другие характеристики заданий, тем самым усиливая действие каждой составляющей функциональной грамотности.

5. Содержание комплексных заданий в научном контексте может описывать

ситуацию из любой предметной области, включая конкретный учебный материал, изучаемый по программе. Это позволит учесть интересы и склонности обучающихся, формируя, например, их математическую грамотность через задачи с биологической, химической, экономической фабулой, что отражает личностно-ориентированный подход в обучении.

Перспективы дальнейших исследований в данном направлении могут быть следующими:

– разработка специальных заданий для формирования отдельных составляющих функциональной грамотности, содержание которых ориентировано для применения в классах разных профилей;

– создание методических рекомендаций по составлению и применению комплексных заданий с межпредметным содержанием в учебном процессе с целью формирования различных составляющих функциональной грамотности;

– геймификация формирования функциональной грамотности, исходя из потребностей сегодняшних школьников и возможности привлекать их к выполнению заданий в игровом формате, в том числе во внеучебное время.

Список литературы

1. Акумбаева О. В. Применение математического конструктора для формирования функциональной грамотности учащихся на уроках физики // *Иновации в образовании* (Казахстан). – 2021. – № S1-1 (53). – С. 15–18.
2. Асанова Л. И. Задания для формирования естественно-научной грамотности // *Химия в школе*. – 2020. – № 8. – С. 28–34.
3. Астрашбаева М. С. Формирование математической грамотности обучающихся при изучении предмета «География» // *География и геоэкология на службе науки и инновационного образования. Материалы XV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 140-летию со дня рождения геолога и краеведа Вячеслава Петровича Косованова*. Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева. – 2020. – С. 75–78.
4. Борзова З. В. Формирование естественнонаучной грамотности школьников через интеграцию предметов естественного цикла // *Современные проблемы биологии и экологии. Материалы докладов III Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения Исмаилова Шейха Ибрагимовича*. Махачкала, 2021. – С. 206–210.

5. *Бычков А. В.* Построение заданий, направленных на формирование математической грамотности учащихся // Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе. Материалы V международной заочной научной конференции. Под общей редакцией Л. И. Боженковой, М. В. Егуповой. – 2020. – С. 69–74.

6. *Вахрушева А. М., Вахрушев А. Ю.* Учебная проектно-исследовательская деятельность как средство повышения естественно-научной грамотности школьников // Тенденции развития современной педагогической науки. Материалы VIII всероссийской научно-практической конференции аспирантов, соискателей, докторантов, научных руководителей, молодых ученых, специализирующихся в области образования. Сер. «Библиотека аспиранта» Санкт-Петербург, 2020. – С. 63–67.

7. *Греханкина Л. Ф.* Проблемы формирования естественнонаучной грамотности при изучении географии // Конференциум АСОУ: сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций. – 2016. – № 4. – С. 587–592.

8. *Заграничная Н. А., Паришутина Л. А.* Интеграция содержания и методов преподавания естественнонаучных предметов в школьном образовании // Педагогика. – 2018. – № 9. – С. 47–51.

9. *Заграничная Н. А., Паришутина Л. А.* Методы формирования естественнонаучной грамотности учащихся основной школы: интегративный подход // Школьные технологии. – 2017. – № 3. – С. 20–25.

10. *Иглина Н. Г., Яровая Е. А.* Формирование и повышение компетентности учащихся 7-х классов за счет интеграции биологии и математики. – Новосибирск: Новосибирский государственный педагогический университет, 2015. – 210 с.

11. *Игнатова О. Г.* Развитие функциональной грамотности при изучении школьного курса математики с применением межпредметных связей // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2021. – Т. 10, № 1 (34). – С. 126–128.

12. *Казарина В. В., Фомина Т. М.* Экономические задачи как средство повышения математической грамотности // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2020. – № 5. – С. 78–83. DOI: 10.37882/2223-2982.2020.05.12

13. *Каменских Н. А., Пиеницына Н. С., Сачкова Е. Н.* Практикоориентированные математические задания: методические подходы и опыт внедрения // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – № 70-2. – С. 198–204.

14. *Киселев Ю. П.* Концептный подход к разработке компетентностно-ориентированных заданий, направленных на оценку и развитие естественнонаучной грамотности // Физика в школе. – 2020. – № 4. – С. 17–24.

15. *Крыкса Н. П.* Формирование функциональной математической грамотности через решение практико-ориентированных задач // Источник. – 2021. – № 1. – С. 43–44.

16. *Ляпцев А. В., Абдулаева О. А.* Особенности заданий на формирование и оценку функциональной грамотности при обучении физике // Физика в школе. – 2020. – № S2. – С. 104–109.

17. *Максимов Ю. А.* Развитие творческой личности лицеиста-гуманитария путем интеграции на уроках математики и естествознания // Актуальные вопросы развития профессионализма педагогов в современных условиях. Материалы Международной электронной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией А. И. Чернышева, Т. Б. Волобуевой, Ю. А. Романенко и др.. – 2017. – С. 7–11.

18. Образовательная система «Школа 2100». Педагогика здравого смысла. Сборник материалов / под научной редакцией А. А. Леонтьева. – М.: «Баласс», Издательский Дом РАО, 2003. – 368 с.

19. Основные подходы к оценке математической грамотности учащихся основной школы. URL: http://skiv.instrao.ru/support/demonstratsionnye-materialya/%D0%9C%D0%90_2019_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%-B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%F%D0%BE%D0%B4%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B.pdf

20. *Пентин А. Ю., Заграничная Н. А., Паришутина Л. А.* Диагностика естественнонаучной грамотности учащихся с использованием комплексных межпредметных заданий // Педагогический журнал Башкортостана. – 2017. – № 2 (69). – С. 64–71.

21. *Пентин А. Ю., Заграничная Н. А., Паришутина Л. А.* Формирование и диагностика естественнонаучной грамотности: комплексные межпредметные задания с химической составляющей // Народное образование. – 2017. – № 1-2 (1460). – С. 136–143.

22. *Пентин А. Ю., Никифоров Г. Г., Никишова Е. А.* Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 1. – № 4 (61). – С. 80–97.

23. *Перминова Л. М.* Естественно-научная грамотность: дидактический подход // Инновации в образовании. – 2017. – № 3. – С. 52–60.

24. *Рослова Л. О.* Функциональная математическая грамотность: что под этим понимать и как формировать // Педагогика. – 2018. – № 10. – С. 48–55.

25. *Рослова Л. О., Краснянская К. А., Квитко Е. С.* Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 1, № 4 (61). – С. 58–79.

26. *Рудачева С. С.* Приемы критического мышления для формирования естественнонаучной грамотности учащихся в процессе обучения биологии // Методика обучения дисциплинам естественнонаучного цикла: проблемы и перспективы. Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и школьников. Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева. – 2021. – С. 69–70.

27. *Сергеева Т. В.* Применение математических знаний на предметах естественнонаучного цикла как составляющая функциональной грамотности учащегося средней школы // Актуальные проблемы преподавания информационных и естественнонаучных дисциплин. Материалы X Всероссийской научно-методической конференции. Сост. С. М. Шляхтина. – 2016. – С. 63–69.

28. *Ханнанова Т. А.* О необходимости формирования функциональной математической грамотности на содержании курса физики основной школы // Журнал научно-педагогической информации. – 2010. – № 3. – С. 117–124.

29. *Шимко Е. А.* Возможности модельного подхода при формировании естественнонаучной грамотности учащихся // Известия Алтайского государственного университета. – 2010. – № 2-1 (66). – С. 46–50.

30. *Яровая Е. А.* Комплексные задания по математике для 5-6 классов. Волгоград: Изд. «Учитель», 2015. – 23 с.

31. *Яровая Е. А.* Формирование метапредметной компетентности учащихся 5–6-х классов основной школы (биология, математика): монография / Е. А. Яровая; под ред. чл.-корр. РАО, проф. А. Ж. Жафярова; Мин-во образования и науки РФ, Новосибир. гос. пед. ун-т. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2014. – 160 с.

32. *Яровая Е. А.* Интеграция образовательных областей в условиях реализации ФГОС основного общего образования // Пути обновления современного образования. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию юбилею члена-корреспондента Российской Академии Образования, доктора педагогических наук, профессора Дмитрия Алексеевича Данилова. Министерство образования и науки Российской Федерации; Российская Академия Образования; ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»; Педагогический институт; под общей редакцией: А. И. Голикова, И. И. Портнягина, В. В. Находкина, С. В. Паниной, М. А. Местниковой. – 2015. – С. 260–262.

33. *Яровая Е. А.* Комплексные задания и их использование для формирования метапредметных результатов // Актуальные проблемы обучения математике в школе и вузе. Межвузовский сборник научных трудов. Посвящается 145-летию МПГУ. Москва, 2017. – С. 160–165.

34. Яскина О. А. Формирование естественно-научной грамотности на уроках биологии системой современных приемов визуализации // Актуальные проблемы биологической и химической экологии. Материалы VII Международной научно-практической конференции. Отв. ред. Д. Б. Петренко, редколлегия: Т. М. Ефимова, А. В. Москаев, С. В. Афанасьева [и др.]. Москва, 2021. – С. 642–648.

References

1. Akumbaeva O. V. Application of a mathematical constructor for the formation of functional literacy of students at physics lessons. *Innovations in education (Kazakhstan)*, 2021, no. S1-1 (53), pp. 15-18.

2. Asanova L. I. Tasks for the formation of scientific literacy. *Chemistry at school*, 2020, no. 8, pp. 28-34. (In Russian)

3. Astrashabova M. S. Developing quantitative literacy of students at geography classes. In the collection: *Geography and geoecology in the service of science and innovative education. Materials of the XV All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 140th anniversary of the birth of geologist and local historian Vyacheslav Petrovich Kosovanov*. Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, 2020, pp. 75-78. (In Russian)

4. Borzova Z. V. Formation of natural science literacy of schoolchildren through the integration of natural cycle subjects. In the collection: *Modern problems of biology and ecology. Materials of the reports of the III International Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of Sheikh Ibragimovich Ismailov*. Makhachkala, 2021, pp. 206-210. (In Russian)

5. Bychkov A. V. Construction of tasks aimed at the formation of mathematical literacy of students. The collection: *Actual problems of teaching mathematics and computer science at school and university. Materials of the V International correspondence scientific Conference*. Under the general editorship of L. I. Bozhenkova, M. V. Egupova, 2020, pp. 69-74. (In Russian)

6. Vakhrusheva A. M., Vakhrushev A. Yu. Educational design and research activities as a means of improving the natural science literacy of schoolchildren. In the collection: *Trends in the development of modern pedagogical science. Materials of the VIII All-Russian scientific and practical conference of postgraduate students, applicants, doctoral students, scientific supervisors, young scientists specializing in education. Ser. «Library of a postgraduate student»* St. Petersburg, 2020, pp. 63-67. (In Russian)

7. Grekhankina L. F. Problems of formation of natural science literacy in the study of geography. *Conferences of ASOU: collection of scientific papers and materials of scientific and practical conferences*, 2016, no. 4, pp. 587-592. (In Russian)

8. Zagranichnaya N.A., Parshutina L.A. Integration of the content and methods of teaching natural science subjects in school education. *Pedagogy*, 2018, no. 9, pp. 47-51. (In Russian)

9. Zagranichnaya N.A., Parshutina L.A. Methods of formation of natural science literacy of primary school students: an integrative approach. *School technologies*, 2017, no. 3, pp. 20-25. (In Russian)

10. Iglina N. G., Yarovaya E. A. Formation and improvement of the competence of 7th grade students through the integration of biology and mathematics. *Novosibirsk State Pedagogical University*. Novosibirsk, 2015. 210 p. (In Russian)

11. Ignatova O. G. The development of functional literacy when studying a school course in mathematics using intersubject communications. *Azimut of scientific research: pedagogy and psychology*, 2021, Vol. 10, no. 1 (34), pp. 126-128. (In Russian)

12. Kazarina V. V., Fomina T. M. Economic problems as a means of improving mathematical literacy. *Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Humanities*, 2020, no. 5, pp. 78-83. (In Russian) DOI: 10.37882/2223-2982.2020.05.12

13. *Kamensky N. A., Pshenitsyna N. S., Sachkova E. N.* Practical mathematical tasks: methodological approaches and implementation experience. Problems of modern pedagogical education, 2021, no. 70-2, pp. 198-204. (In Russian)

14. *Kiselev Yu. P.* A Conceptual approach to the development of competence-oriented tasks aimed at evaluating and developing natural science literacy. Physics at school, 2020, no. 4, pp. 17-24.

15. *Kryksa N. P.* Formation of functional mathematical literacy through completing practice-oriented tasks. A source, 2021, no. 1, pp. 43-44. (In Russian)

16. *Liaptsev A. V., Abdulaeva O. A.* Features of tasks for the formation and evaluation of natural science functional literacy in comparison with standard school physical tasks. Physics at school, 2020, no. S2, pp. 104-109. (In Russian)

17. *Maksimov Yu. A.* Development of the creative personality of a lyceum student-humanitarian through integration in mathematics and natural science lessons. In the collection: Topical issues of the development of teachers' professionalism in modern conditions. Materials of the International Electronic scientific and Practical Conference. In 5 volumes. Edited by A. I. Chernyshev, T. B. Volobueva, Yu. A. Romanenko, 2017, pp. 7-11. (In Russian)

18. The educational system «School 2100». Pedagogy of common sense. Collection of materials. Under the scientific editorship of A. A. Leontiev. M.: «Balass», RAO Publishing House, 2003. 368 p.

19. The main approaches to assessing the mathematical literacy of primary school students: URL: http://skiv.instrao.ru/support/demonstratsionnye-materialya/%D0%9C%D0%90_2019_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B.pdf

20. *Pentin A. Yu., Zarubezhnaya N. A., Parshutina L. A.* Iagnostics of natural scientific literacy of students with the use of integrated inter-prediminary tasks. Pedagogical Journal of Bashkortostan, 2017, no. 2 (69), pp. 64-71. (In Russian)

21. *Pentin A. Yu., Zarubezhnaya N. A., Parshutina L. A.* Formation and diagnostics of natural science literacy: complex interdisciplinary tasks with a chemical component. Public education, 2017, no. 1-2 (1460), pp. 136-143. (In Russian)

22. *Pentin A. Yu., Nikiforov G. G., Nikishova E. A.* Main approaches to the assessment of scientific literacy. Domestic and foreign pedagogy, 2019, Vol. 1, no. 4 (61), pp. 80-97. (In Russian)

23. *Perminova L. M.* Natural-scientific literacy: a didactic approach. Innovations in education, 2017, no. 3, pp. 52-60. (In Russian)

24. *Roslova L. O.* What is functional mathematical literacy and how it should be formed. Pedagogy, 2018, no. 10, pp. 48-55. (In Russian)

25. *Roslova L. O., Krasnianskaya K. A., Kvitko E. S.* Conceptual bases of formation and assessment of mathematical literacy. Domestic and foreign pedagogy, 2019, Vol. 1, no. 4 (61), pp. 58-79. (In Russian)

26. *Rudacheva S. S.* Critical reception techniques for the formation of natural science literacy of students in the process of teaching biology. In the collection: Methods of teaching disciplines of the natural science cycle: problems and prospects. Materials of the XX All-Russian scientific and Practical conference of students, postgraduates and schoolchildren. Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, 2021, pp. 69-70. (In Russian)

27. *Sergeeva T. V.* Use of mathematics knowledge at the natural science's lessons as a part of the functional student's competence in secondary school. In the collection: Actual problems of teaching information and natural science disciplines. Materials of the X All-Russian Scientific and Methodological Conference. Comp. S. M. Shlyakhtin, 2016, pp. 63-69. (In Russian)

28. *Khannanova T. A.* On the need for the formation of functional mathematical literacy on the content of the basic school physics course. Journal of scientific and pedagogical information, 2010, no. 3, pp. 117-124. (In Russian)

29. *Shimko E. A.* Possibilities of the modeling approach in forming pupil's competence in natural sciences. Proceedings of the Altai State University, 2010, no. 2-1 (66), pp. 46-50. (In Russian)

30. *Yarovaya E. A.* Complex tasks in mathematics for grades 5-6. Volgograd: Publishing house «Teacher», 2015. 23 p.

31. *Yarovaya E. A.* Formation of meta-subject competence of students of 5-6 grades of primary school (biology, mathematics): monograph. E. A. Yarovaya; edited by corresponding member of the RAO, prof. A. Zh. Zhafyarov; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Novosibirsk State Pedagogical University. un-T. Novosibirsk: Publishing house of NGPU, 2014. 160 p. (In Russian)

32. *Yarovaya E. A.* Integration of educational areas in the context of the implementation of the Federal State Educational Standard of basic general education. In the collection: Ways of updating modern education. Materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of corresponding member of the Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor Dmitry Alekseevich Danilov. Ministry of Education and Science of the Russian Federation; Russian Academy of Education; North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov; Pedagogical Institute; Under the general editorship: A. I. Golikova, I. I. Portnyagina, V. V. Nakhodkina, S. V. Panina, M. A. Mestnikova, 2015, pp. 260-262. (In Russian)

33. *Yarovaya E. A.* Complex tasks and their use for the formation of metasubject results. In the collection: Actual problems of teaching mathematics at school and university. Interuniversity collection of scientific papers. Dedicated to the 145th anniversary of the MPSU. Moscow, 2017. pp. 160-165. (In Russian)

34. *Yaskina O. A.* Formation of natural scientific literacy in biology lessons with a system of modern visualization methods. In the collection: Actual problems of biological and chemical ecology. Materials of the VII International Scientific and Practical Conference. Ed. by D. B. Petrenko, editorial board: T. M. Efimova, A. V. Moskaev, S. V. Afanasyeva et al. Moscow, 2021, pp. 642-648. (In Russian)