

# ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ

Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2022. Т. 28, № 3. С. 45–50. ISSN 2073-1426

Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics, 2022, vol. 28, № 3, pp. 45–50.

ISSN 2073-1426

Научная статья

УДК 373.5.016:51

<https://doi.org/10.34216/2073-1426-2022-28-3-45-50>

## МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

**Кузнецова Ирина Викторовна**, кандидат педагогических наук, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, Ярославль, Россия, [gits70@mail.ru](mailto:gits70@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1780-2953>

**Буракова Галина Юрьевна**, кандидат педагогических наук, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, Ярославль, Россия, [burakova.galina@inbox.ru](mailto:burakova.galina@inbox.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1779-3735>

**Трошина Татьяна Львовна**, кандидат физико-математических наук, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, Ярославль, Россия, [ttroshina1961@mail.ru](mailto:ttroshina1961@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2107-6277>

**Голлай Анна Владимировна**, Муниципальное образовательное учреждение «Средняя школа № 49», Ярославль, Россия, [anna\\_goll@rambler.ru](mailto:anna_goll@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7359-7491>

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема реализации межпредметных связей школьного курса математики с другими естественнонаучными дисциплинами средней школы как актуального средства формирования функциональной грамотности у обучающихся. Перечислены механизмы междисциплинарной связи математики с другими дисциплинами. В качестве средства междисциплинарной связи математики с другими дисциплинами может выступать взаимодействие обучающихся в информационной образовательной среде по поиску нового знания, выявление свойств обобщенного характера, решение практико-ориентированных задач, объединение знаний из различных общеобразовательных предметов, обучение информатике на основе переноса и обобщения знаний из смежных предметов. В статье приведены примеры практико-ориентированных заданий, иллюстрирующие связь математики с такими дисциплинами средней школы, как информатика, биология, география, физика. Отмечается, что при решении таких задач школьники обучаются различным аспектам разноуровневой практико-ориентированной деятельности, в том числе использованию возможностей компьютера и глобальной сети Интернет. Показано, что математические конструкции и их аналоги встречаются даже в весьма далеких от точных наук областях знания, например, таких, как литература. Обосновано, что именно решение междисциплинарных задач формирует у учащихся метанавыки, необходимые в повседневной жизни.

**Ключевые слова:** межпредметные связи, школьный курс математики, практико-ориентированные задачи, функциональная грамотность, естественнонаучные дисциплины, информатика, моделирование в математике.

**Благодарности.** Работа подготовлена в рамках государственного задания Министерства просвещения РФ на НИР «Механизм научно-методического сопровождения педагогов по вопросам формирования функциональной грамотности школьников: трансфер образовательных технологий» (073-00109-22-02).

**Для цитирования:** Кузнецова И.В., Буракова Г.Ю., Трошина Т.Л., Голлай А.В. Междисциплинарная интеграция в обучении математике как средство формирования математической грамотности обучающихся // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2022. Т. 28, № 3. С. 45–50. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2022-28-3-45-50>

## INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN TEACHING MATHEMATICS AS A MEANS OF FORMING PUPILS' MATHEMATICAL LITERACY

**Irina V. Kuznetsova**, Candidate of Pedagogic Sciences, Ushinsky Yaroslavl State Pedagogic University, Yaroslavl, Russia, gits70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1780-2953>

**Galina Yu. Burakova**, Candidate of Pedagogic Sciences, Ushinsky Yaroslavl State Pedagogic University, Yaroslavl, Russia, burakova.galina@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1779-3735>

**Tatiana L. Troshina**, Candidate of Pedagogic Sciences, Ushinsky Yaroslavl State Pedagogic University, Yaroslavl, Russia, ttroshina1961@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2107-6277>

**Anna W. Gollay**, Secondary school # 49, Yaroslavl, Russia, anna\_goll@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7359-7491>

**Abstract.** This article discusses the problem of implementing interdisciplinary connections between a school course in Mathematics and other natural science disciplines at a secondary school as topical means of developing functional literacy among pupils. The mechanisms of interdisciplinary connection of Mathematics with other disciplines are listed. As a means of interdisciplinary communication of Mathematics with other disciplines, there can be the interaction of pupils in the information educational environment to search for new knowledge, to identify properties of a generalised character, to solve practice-oriented problems, to combine knowledge from various general education subjects, to teach Computer Science based on the transfer and generalisation of knowledge from related subjects. The article provides examples of practice-oriented tasks that illustrate the relationship of Mathematics with such secondary school disciplines as Computer Science, Biology, Geography, and Physics. It is noted that when solving such problems, schoolchildren learn various aspects of multi-level practice-oriented activities, including the use of computer capabilities and the global Internet. It is shown that mathematical constructions and their analogues are found even in areas of knowledge quite distant from exact sciences, such as literature, for example. It is substantiated that it is the solution of interdisciplinary problems that forms the meta-skills necessary for everyday life in pupils.

**Keywords:** interdisciplinary connections, school Mathematics course, practice-oriented tasks, functional literacy, natural sciences, informatics, modelling in mathematics.

**Acknowledgments.** This work was prepared within the framework of the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation for the research work "Mechanism of scientific and methodological support for pedagogues on the formation of functional literacy of schoolchildren: transfer of educational technologies" (073-00109-22-02).

**For citation:** Kuznetsova I.V., Burakova G.Yu., Troshina T.L., Gollai A.V. Interdisciplinary integration in teaching Mathematics as a means of forming pupils' mathematical literacy. Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics, 2022, vol. 28, № 3, pp. 45–50. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2022-28-3-45-50>

**Ф**ункциональная грамотность, в частности математическая, является одним из ключевых факторов, способствующих активному участию современного человека в социальной, экономической и других видах деятельности. Она показывает, насколько человек может использовать полученные знания, умения и навыки в реальных жизненных ситуациях, фиксирует необходимый уровень готовности личности для осуществления ее деятельности [Алексашина: 8]. Подготовка функционально грамотных школьников с высокой образовательной активностью – это условие социально-экономического развития страны, показатель качества образования [Панарина: 9]. Эффективным инструментом в формировании и развитии функциональной грамотности школьника является междисциплинарная интеграция, которая предполагает применение знаний и умений, полученных учащимися при изучении других предметов, а также формирование в рамках определенных дисциплин общих для обучающихся видов деятельности [Тестов: 13].

Одной из базовых дисциплин в средней школе является математика, методы которой играют фундаментальную роль практически во всех учебных предметах среднего образования школьников. Кроме того, «знание математики» включает в себя компетенцию использования математики и применения ее к реальным нематематическим ситуациям [G. Sala Sebastià; V. Barquero; V. Font]. Критический анализ традиционного метода обучения математике в школе в современный период показал ряд существенных недостатков:

а) обучение математике как уже готовой, логически законченной и устоявшейся теории вместо обучения различным аспектам разноуровневой практико-ориентированной деятельности, в том числе с использованием возможностей компьютера и глобальной сети Интернет;

б) поверхностная реализация межпредметных связей математики с другими дисциплинами, изучаемыми в школе;

в) невозможность научить школьников свободно использовать математику в повседневной жизни



Рис. 1. Модель междисциплинарной связи математики с другими естественнонаучными дисциплинами средней школы

в соответствии с современными международными требованиями с помощью существующих учебников, содержащих недостаточное количество практико-ориентированных задач.

Такая система обучения математике не позволяет формировать функциональную грамотность школьников, а также когнитивные умения, которые позволили бы им осваивать новые знаниевые системы [Кузнецова: 162]. В этой связи актуальной становится задача реализации межпредметных связей школьного курса математики с другими естественнонаучными дисциплинами [Тарасова: 48, Williams: 22]. Наиболее целесообразен симбиоз математики с информатикой, физикой, экономикой, биологией и химией. Перечисленные дисциплины являются фундаментальными в математическом и естественнонаучном образовании современного выпускника школы.

В качестве средства междисциплинарной связи математики с другими естественнонаучными дисциплинами средней школы может выступать взаимодей-

ствие обучающихся в информационной образовательной среде по поиску нового знания, выявление свойств обобщенного характера, решение практико-ориентированных задач [Смирнов, Абатурова: 31], объединение знаний из различных общеобразовательных предметов (рис. 1). Рассмотрим более подробно связь математики с другими предметами средней школы.

*Математика и информатика.* На уроках математики междисциплинарная связь с информатикой может быть реализована путем применения компьютера в качестве тренажера, средства моделирования и визуализации. Например, визуализация возможна при изучении тем, связанных с построением графиков функций и изучением их свойств, с решением систем линейных уравнений графическим способом, а также неравенств с одной переменной.

При изучении способа нахождения корней квадратного уравнения можно предложить обучающимся на уроке информатики составить программу на языке Паскаль ABC.

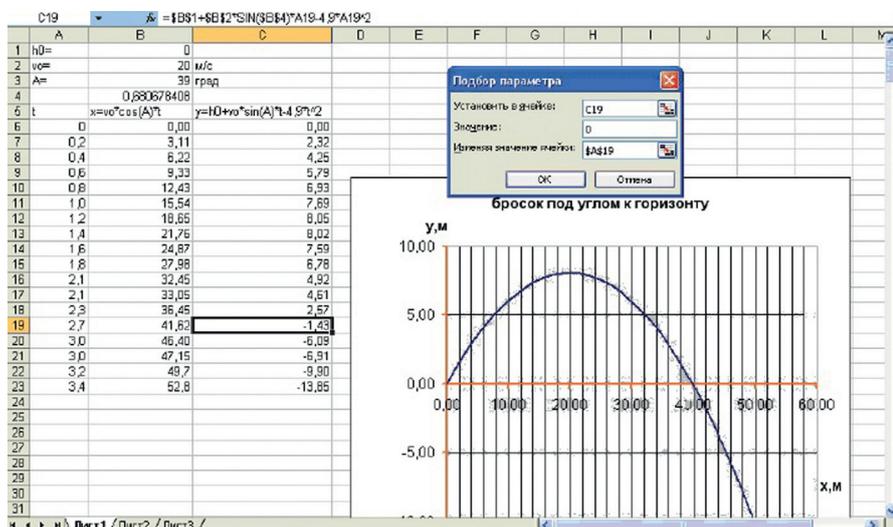


Рис. 2. Моделирование в физике баллистического движения

Математика и физика являются близкородственными, поэтому межпредметные связи между ними можно реализовать при изучении координатного метода в геометрии и системы отсчета, принципа относительности в курсе физики, при изучении функциональных зависимостей между реальными явлениями и физическими величинами. При построении изображений в плоских зеркалах и линзах, изучении строения молекул школьникам необходимо знание понятия симметрии из школьного курса геометрии. При решении задачи исследования движения тела, движущегося под углом к горизонту, разрабатывается математическая модель, анализ движения тела, брошенного под углом к горизонту, проводится с помощью программы Microsoft Excel на основе исходных данных и построения графика или диаграммы (рис. 2).

Межпредметная связь математики и географии реализуется при изучении географических объектов на карте, которые изображаются в некотором масштабе. С математической точки зрения масштаб есть отношение длины отрезка на карте к длине отрезка на местности. Произвольная точка на Земле имеет две координаты (широту и долготу) и является точкой пересечения параллели и меридиана. В географии достаточно широко используются методы математического моделирования, которые позволяют увидеть изменение наблюдаемых географических явлений с течением времени, и на основе этих наблюдений делаются какие-либо прогнозы.

Межпредметная реализация математики и биологии может быть осуществлена при изучении числовых последовательностей, а именно при нахождении примеров чисел Фибоначчи в строении различных животных и растений. Приведем пример практико-ориентированной задачи, демонстрирующей межпредметные связи биологии, математики и информатики: предприниматель решил создать рыболовное

хозяйство с целью разведения мальков карпа. Закон Мальтуса гласит, что прирост любого вида живых организмов за счет рождаемости прямо пропорционален их количеству, а убыль за счет смертности прямо пропорциональна квадрату их количества, т. е.  $\Delta N = kN - qN^2$ , где  $N$  – число карпов в начале года,  $k$  – коэффициент прироста,  $q$  – коэффициент смертности. Экспериментальным путем было установлено, что  $k = 1$ ,  $q = 0,001$ . Можно предложить учащимся на уроке информатики, используя электронные таблицы MS Excel, рассчитать ежегодное количество рыбного «поголовья» в течение 10 лет.

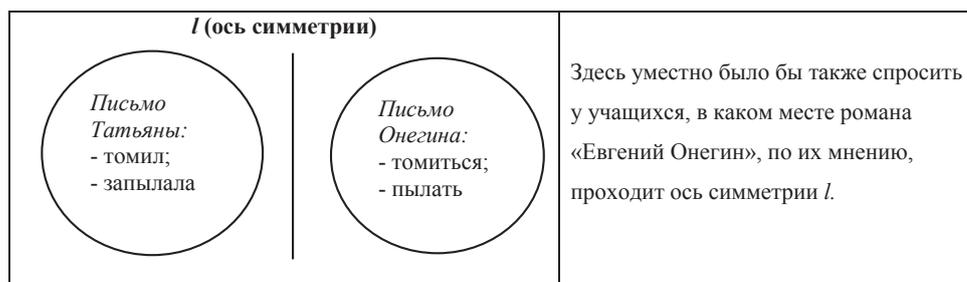
На уроке информатики можно предложить учащимся разработать математическую модель биоритмов человека и в Microsoft Excel ее визуализировать (рис. 3).

Математика пронизывает всю нашу жизнь, ее конструкции и аналоги встречаются даже в весьма далеких от точных наук областях знания, например, в литературе. Взаимопроникновение математики и литературы обогащает обе эти науки, а умение замечать в литературных произведениях математические конструкции может существенно помочь учащимся с гуманитарным складом ума в освоении математического материала. Например, понятие симметрии, которое ясно даже людям, далеким от математики. Тело человека обладает симметрией, и любое ее нарушение говорит, как правило, о наличии какого-либо заболевания. Симметрия встречается во всех областях и сферах деятельности. Она свойственна листьям растений, формам животных, очертаниям автомобилей, самолетов, ритмическому построению поэтических и музыкальных фраз и многому другому [Тарасов: 5]. Вот пример симметрии из романа А.С. Пушкина «Евгений Онегин».

Все мы помним строки из письма влюбленной Татьяны Онегину:



Рис. 3. Математическая модель биоритмов человека



**Рис. 4.** Ось симметрии в письмах Татьяны и Онегина

«Незримый, ты уж был мне мил,  
Твой чудный взгляд меня томил...  
Ты чуть вошел, я вмиг узнала,  
Вся обомлела, запылала...»

В конце романа влюбленный Онегин писал Татьяне:

«Когда б вы знали, как ужасно  
Томиться жаждою любви,  
Пылать – и разумом всечасно  
Смирять волнение в крови...»

Два письма создают композиционное равновесие, красоту симметрии. Даже чувственные глаголы в этих отрывках совпадают («томил» у Татьяны и «томиться» у Онегина, аналогично «запылала – пылать»). Конечно, это не абсолютная симметрия типа палиндрома, но тем не менее она здесь присутствует [Минкин: 394]. Приведем еще пример симметрии из романа «Евгений Онегин». Если в начале романа Татьяна влюблена в Онегина и пытается добиться взаимности, то в конце ситуация становится диаметрально противоположной: Онегин влюблен в Татьяну и жаждет от нее ответного чувства. Такая «диаметральная противоположность» в математике называется центральной симметрией. Письма же Татьяны и Онегина – это пример осевой симметрии. Еще один пример осевой симметрии – это упоминавшийся выше палиндром. Напомним самый известный палиндром (принадлежащий А.А. Фету): «А роза упала на лапу Азора». Из палиндромов создаются целые литературные произведения: стихи, поэмы, даже романы. Так что, как мы видим, симметрия довольно часто встречается в литературе, и умение ее замечать, безусловно, было бы полезным при изучении обеих наук.

Литература может помочь школьнику и при изучении взаимного расположения прямых на плоскости. В школьном курсе планиметрии есть теорема, которая у всех на слуху: «Через точку, не лежащую на данной прямой, проходит единственная прямая, параллельная данной». Понятно, что все остальные прямые, проходящие через эту точку, будут данную прямую пересекать. Этот геометрический факт использовал Л.Н. Толстой в своих рассуждениях о семейной жизни: «Сравнивают мужа и жену с двумя параллельными

линиями. Какие параллельные линии! Я всегда говорил, что как трудно, почти невозможно отыскать между множеством пересекающихся линий две параллельные, так трудно встретить две сходные натуры. Брак скорее пересечение двух линий: как только пересеклись, так и пошли в разные стороны» [Полнер: 170]. Это высказывание Л.Н. Толстого являет собой пример блестящей геометрической интерпретации отношений мужчины и женщины, о которой можно было бы поговорить со школьниками во время изучения биографии Л.Н. Толстого и которая, безусловно, может помочь учащимся лучше усвоить математический материал. Подобных примеров из литературы можно привести множество. В контексте цифровизации при изучении конструкций, подобных приведенным выше, полезно было бы использовать компьютер. Например, можно сформулировать для учащихся следующие задания: составить схемы для приведенных выше примеров и изобразить их в любом графическом редакторе; найти 2–3 математические конструкции в уже изученных в школе литературных произведениях (или из Интернета) и составить их схемы с помощью компьютера. Например, схема для писем Татьяны и Онегина могла бы быть такой (рис. 4).

Перечисленные выше примеры показывают, что математикой пронизано все вокруг, мы постоянно, порой сами того не замечая, используем математическую терминологию и математические конструкции.

Таким образом, междисциплинарная интеграция в обучении математике, основанная на переносе и обобщении знаний из смежных предметов, решении практико-ориентированных задач в сочетании с применением проектного обучения и использования сетевых технологий выступает средством формирования математической грамотности обучающихся.

#### Список литературы

*Алексашина И. Ю.* Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся: учеб.-метод. пособие / И.Ю. Алексашина, О.А. Абдуллаева, Ю.П. Киселев. Санкт-Петербург: КАРО, 2019. 160 с.

*Кузнецова И.В.* Формирование когнитивных умений обучающихся в условиях цифрового обучения // Вестник Костромского государственного универси-

тета. Сер.: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2020. Т. 26. С. 161–165.

Минкин А.В. Немой Онегин: роман о поэме. Москва: РГ-Пресс, 2021. 560 с.

Панарина Л.Ю. Развитие функциональной грамотности обучающихся средней школы: метод. пособие для педагогов / Л. Ю. Панарина и др. Самара: СИПКРО, 2019. 68 с.

Полнер Т.И. Лев Толстой и его жена. История одной любви. Москва: У-Фактория, 2000. 200 с.

Смирнов Е.И., Абатурова В.С. Математическая грамотность как результат освоения обучающимися современных достижений в науке // Ярославский педагогический вестник. 2021. № 6 (123). С. 29–37.

Тарасов Л.В. Этот удивительно симметричный мир: пособие для учащихся. Москва: Просвещение, 1982. 176 с.

Тарасова О.В. Методические истоки междисциплинарности в школьном курсе математики // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2021. № 1 (21). С. 48–57.

Тестов В.А., Перминов Е.А. Роль математики в трансдисциплинарности содержания современного образования // Образование и наука. 2021. Т. 23. № 3. С. 11–34.

Sala Sebastia G., Barquero B., Font V. Inquiry and Modeling for Teaching Mathematics in Interdisciplinary Contexts: How Are They Interrelated? Mathematics, 2021, 9, 1714. URL: <https://doi.org/10.3390/math9151714> (access date: 28.05.2022).

Williams J., Roth W.-M., Swanson D., Doig B., Groves S., Omuvwie M., Ferri R.B., Mousoulides N. Interdisciplinary Mathematics Education. A State of the Art. Springer Open, 2016, 43 p. URL: <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/27783/1002222.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (access date: 28.05.2022).

### References

Aleksashina I.Yu. *Formirovanie i ocenka funkcional'noj gramotnosti uchashhihsja: uchebno-metodicheskoe posobie* [Formation and assessment of functional literacy of students: a teaching aid], I.Yu. Aleksashina, O.A. Abdullaeva, Yu.P. Kiselev. St. Petersburg, KARO Publ., 2019, 160 p. (In Russ.)

Kuznetsova I.V. *Formirovanie kognitivnyh umenij obuchajushhihsja v uslovijah cifrovogo obuchenija* [For-

mation of cognitive skills of students in the context of digital learning]. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Pedagogika. Psihologija. Sociokinetika* [Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics], 2020, vol. 26, pp. 161-165. (In Russ.)

Minkin A.V. *Nemoy Onegin: roman o pojeme* [Mute Onegin: a novel about a poem]. Moscow, RG-Press Publ., 2021, 560 p. (In Russ.)

Panarina L.Yu. *Razvitie funkcional'noj gramotnosti obuchajushhihsja srednej shkoly : metodicheskoe posobie dlja pedagogov* [Development of functional literacy of secondary school students: a manual for teachers], L.Yu. Panarina and others. Samara, SIPKRO Publ., 2019, 68 p. (In Russ.)

Polner T.I. *Lev Tolstoj i ego zhena. Istorija odnoj ljubvi* [Leo Tolstoy and his wife. The story of one love]. Moscow, U-Factoria Publ., 2000, 200 p. (In Russ.)

Smirnov E.I., Abaturova V.S. *Matematicheskaja gramotnost' kak rezul'tat osvoenija obuchajushhimisja sovremennyh dostizhenij v nauke* [Mathematical literacy as an effect of student's mastering of modern achievements in science]. *Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik* [Yaroslavl pedagogical bulletin], 2021, 6, pp. 29-37. (In Russ.)

Tarasov L.V. *Jetot udivitel'no simmetrichnyj mir: posobie dlja uchashhihsja*. [This amazingly symmetrical world: student aid.]. Moscow, Education Publ., 1982, 176 p. (In Russ.)

Tarasova O.V. *Metodicheskie istoki mezhdisciplinarnosti v shkol'nom kurse matematiki* [Methodological origins of interdisciplinarity in the school course of mathematics]. Continuum. Maths. Informatics. Education, 2021, № 1 (21), pp. 48-57. (In Russ.)

Testov V.A., Perminov E.A. *Rol' matematiki v transdisciplinarnosti sodержanija sovremennogo obrazovanija* [The role of mathematics in the transdisciplinarity of the content of modern education]. *Obrazovanie i nauka* [Education and science], 2021, vol. 23, No. 3, pp. 11-34. (In Russ.)

*Статья поступила в редакцию 30.08.2022; одобрена после рецензирования 17.09.2022; принята к публикации 16.10.2022.*

*The article was submitted 30.08.2022; approved after reviewing 17.09.2022; accepted for publication 16.10.2022.*