

Научно-исследовательский журнал «Вестник педагогических наук / Bulletin of Pedagogical Sciences»

<https://vpn-journal.ru>

2025, № 9 / 2025, Iss. 9 <https://vpn-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) (педагогические науки)

УДК 372.851+372.857

¹ Графова О.П., ¹ Блохина Л.П.

¹ Педагогический институт им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета

Реализация межпредметных связей школьных курсов математики и биологии (на примере материалов ЕГЭ)

Аннотация: статья посвящена вопросам реализации межпредметных связей между двумя школьными дисциплинами, биологии и математики, на примере контрольно-измерительных материалов единого государственного экзамена (ЕГЭ).

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью подготовки школьников к комплексному восприятию и использованию интегрированных знаний из разных школьных дисциплин, что является важным требованием Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) среднего и общего образования.

В статье проведен анализ имеющихся на данный момент практических подходов к интеграции учебных дисциплин биологического и математического циклов, выявлены направления и пути реализации межпредметных связей учебных предметов. Авторы предлагают к рассмотрению примеры практических заданий из ЕГЭ по биологии и профильной математике, требующие одновременного применения в их решении знаний и умений из обеих дисциплин, что способствует формированию целостного мировосприятия у учащихся, развитию их способностей к системному мышлению и решению комплексных задач. Особое внимание уделено математическим методам решения задач прикладного и практического характера, которые учителя могут широко использовать в школьной практике, тем самым, указывая на существующие взаимосвязи двух данных учебных дисциплин.

Ключевые слова: практико-ориентированные и прикладные задачи, задачи по генетике, межпредметные связи, теория вероятностей, контрольно-измерительные материалы ЕГЭ

Для цитирования: Графова О.П., Блохина Л.П. Реализация межпредметных связей школьных курсов математики и биологии (на примере материалов ЕГЭ) // Вестник педагогических наук. 2025. № 9. С. 50 – 57.

Поступила в редакцию: 1 июня 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 7 июля 2025 г.; Принята к публикации: 2 сентября 2025 г.

¹ Grafova O.P., ¹ Blokhina L.P.

¹ Pedagogical Institute named after V.G. Belinsky of Penza State University

Implementation of interdisciplinary connections of school courses in mathematics and biology (based on the example of the materials of the USE)

Abstract: the article is devoted to the issues of implementing interdisciplinary links between two school disciplines, biology and mathematics, using the example of control and measuring materials of the Unified State Examination (USE).

The relevance of this study is due to the need to prepare schoolchildren for a comprehensive perception and use of integrated knowledge from different school disciplines, which is an important requirement of the Federal State Educational Standard (FSES) of secondary and general education.

The article analyzes the currently available practical approaches to the integration of academic disciplines of the biological and mathematical cycles, identifies the directions and ways of implementing interdisciplinary links between academic subjects. The authors offer for consideration examples of practical tasks from the Unified State

Examination in biology and specialized mathematics, requiring the simultaneous application of knowledge and skills from both disciplines in their solution, which contributes to the formation of a holistic worldview in students, the development of their abilities for systemic thinking and solving complex problems. Particular attention is paid to mathematical methods for solving problems of an applied and practical nature, which teachers can widely use in school practice, thereby indicating the existing relationships between these two academic disciplines.

Keywords: practice-oriented and applied problems, problems in genetics, interdisciplinary connections, probability theory, control and measuring materials for the Unified State Exam

For citation: Grafova O.P., Blokhina L.P. Implementation of interdisciplinary connections of school courses in mathematics and biology (based on the example of the materials of the USE). Bulletin of Pedagogical Sciences. 2025. 9. P. 50 – 57.

The article was submitted: June 1, 2025; Accepted after reviewing: July 7, 2025; Accepted for publication: September 2, 2025.

Введение

Идея реализации межпредметных связей в курсах школьных дисциплин не нова. Однако актуальность этих вопросов возросла в связи с внедрением обновленных ФГОС общего и среднего образования, с одной стороны, и обсуждением новой образовательной инициативы о создании современных учебников, интегрирующих курсы дисциплин естественно-математического цикла, с другой стороны.

Кроме этого, использование межпредметных связей в учебном процессе:

1) способствует реализации прикладной направленности обучения школьным дисциплинам. Включение в курс геометрии, биологии, физики, химии задач практического содержания, при решении которых используется математический аппарат, демонстрирует универсальность не только математических методов решения задач, но и способствует формированию у учащихся обобщенных учебных действий.

2) позволяет учитывать интересы и склонности учащихся к различным дисциплинам, а также укреплять их учебную мотивацию. Школьники осознают взаимосвязь школьных знаний из разных областей науки и видят реальное их применение на практике.

3) обеспечивает становление профессиональной ориентации школьников и понимание того, что в будущей профессиональной деятельности знания из разных предметных областей будут использоваться ими в комплексе, дополняя и расширяя методы и способы решения профессиональных задач.

4) формирует целостное представление школьников о понятиях и явлениях окружающего мира, стимулирует развитие их творческого, критического и логического мышления.

Цель нашего исследования: раскрыть и продемонстрировать на конкретных примерах возможности реализации межпредметных связей школьных дисциплин биологии и математики на примере контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по этим предметам.

Материалы и методы исследований

В основу нашего исследования были положены следующие методы исследования:

1) сравнительный анализ содержания контрольно-измерительных материалов по биологии и профильной математике на предмет наличия и отбора практико-ориентированных заданий, связанных с биологическими процессами и явлениями, а также задач прикладного характера по биологии, в решении которых используется математический аппарат.

2) Обобщение и систематизация основных видов заданий открытого банка ФИПИ по биологии и математике, реализующих межпредметную направленность обучения двух данных дисциплин.

3) Использование моделирования как универсального приема решения задач прикладного и практического характера.

Результаты и обсуждения

Проблема реализации межпредметных связей в процессе обучения подрастающего поколения рассматривалась в трудах многих ученых-преподавателей и методистов. Так, еще Ян Амос Коменский писал, что обучение должно опираться на реальные процессы окружающего мира и демонстрировать взаимосвязь знаний из различных научных областей. Сухомлинский В.А. не раз подчеркивал важность использования межпредметности в учебном процессе, что способствует развитию самостоятельности мышления учащихся, и их более глубокому и осознанному усвоению знаний из разных предметных областей. В свою

очередь, Эльконин Д.Б. и Давыдов В.В. в своей концепции развивающего обучения опирались на использование межпредметных связей как одного из средств формирования универсальных учебных действий [6].

Использование межпредметных связей в учебном процессе – это подход, основанный на интеграции знаний и умений, полученных в курсе различных школьных дисциплин, и направленный на демонстрацию имеющихся взаимосвязей между этими предметными областями. Он способствует формированию у школьников целостного мировосприятия и развития способностей решать задачи прикладного и практико-ориентированного характера.

Выделяют несколько направлений в реализации межпредметных связей в процессе обучения:

1) Комплексное изучение одних и тех же понятий и явлений в рамках различных школьных дисциплин. Например, изучение конкретного вещества или объекта с позиций его химического состава, физических свойств или биологических характеристик.

2) Использование методов одной науки для решения задач и изучения понятий в смежных предметных областях. Например, использование дифференциального исчисления для описания изменения величин в физике и экономике, использование основных положений теории вероятностей и математической статистики в практике решения задач по генетике и маркетинговых исследованиях и др.

3) Применение одних и тех же теорий и законов для изучения объектов окружающей действительности. Например, закон сохранения энергии является универсальным и широко используется в физике, химии и биологии, при этом имеет математическую форму записи [6].

Реализация межпредметных связей двух предметных областей, математики и биологии, в рамках второго направления находят свое отражение в материалах ЕГЭ.

Изучив и проанализировав контрольно – измерительные материалы по математике, мы условно разбили их на две категории заданий, реализующих их межпредметную направленность.

Первый вид – задачи прикладного характера, сюжет которых основан на описании химических, физических, биологических или экономических процессов, а решаются они с использованием математических методов.

Пример. В ходе распада радиоактивного изотопа его масса уменьшается по закону $m(t) = m_0 \times 2^{\frac{t}{T}}$, где t – время, прошедшее от начального момента, m_0 - начальная масса изотопа, Т – период полураспада. В начальный момент времени масса изотопа была 128 мг. Период его полураспада составляет 3 минуты. Найти, через сколько минут масса изотопа будет равна 1 мг [7].

Математической основой решения данной задачи является умение работать с формулами, знание свойств степеней и умение решать показательные уравнения.

Второй вид – задачи на сложную вероятность, сюжет которых связан с курсом биологии и основан на эпидемиологических исследованиях распространения вирусных и инфекционных заболеваний. Решение данного вида задач рассмотрим подробнее чуть ниже.

Все рассмотренные выше виды задач встречаются в тестовой части экзамена по профильной математике (типовые задания №5 и №9).

Третий вид – экономические задачи (задачи на вклады, кредиты и прибыль предприятия), которые встречаются в развернутой части экзамена (№16).

Пример. Планируется открыть вклад на 4 года на целое число млн. руб. В конце каждого года сумма вклада увеличивается на 10%, а в начале третьего и четвертого года вклад пополняется на 3 млн. руб. Найдите наименьшую первоначальную сумму вклада, при которой начисленные проценты за весь срок будут более 5 млн. руб. [7].

Контрольно – измерительные материалы ЕГЭ по биологии содержат также задачи практико-ориентированного характера как в тестовой, так и в развернутой части экзамена.

1) *Задачи по генетике и законам наследственности* (типовые задания № 4 и № 28), теоретической основой решения которых являются законы Г. Менделя, а математической основой их решения являются теоретические положения теории вероятностей, математической статистики и комбинаторики.

2) *Задания, содержащие графики* (типовое задание 21). Решение данных практических заданий опирается на понятие функциональной зависимости величин, на умения и навыки чтения графиков: определение промежутков монотонности, знакопостоянства и нахождение значения функции в точке, максимума и минимума функции.

3) *Биологические расчетные задачи* (типовое задание № 3) по определению количества хромосом в клетке. При вычислениях в данных задачах используются простые арифметические действия умножения и деления целых неотрицательных чисел.

Остановимся подробнее на прикладных математических и практико-ориентированных задачах биологического содержания, которые наглядно раскрывают использование межпредметных связей двух данных школьных дисциплин.

Рассмотрим примеры двух задач по генетике и расскроем математический аппарат, используемый в их решении.

Традиционно в методике выделяют определенные этапы решения задач по генетике:

- 1) Краткая запись условия с определением доминирующих и рецессивных признаков, а также запись фенотипа и схемы скрещивания (словесно).
- 2) Определение генотипов родительских форм в соответствии с условием задачи.
- 3) Определение и запись гамет. Выявление их количества находящихся в них генов на основании установленных генотипов.
- 4) Составление решетки Пеннетта (схемы наследования).
- 5) Анализ решетки в соответствии с требованиями задачи.
- 6) Запись ответа [5].

Продемонстрируем данный алгоритм решения задач на примере моногибридного скрещивания. При моногибридном скрещивании особи различаются по одному признаку.

Задача 1. Гладкая окраска арбузов наследуется как рецессивный признак. Какое потомство получится от скрещивания двух гетерозиготных растений с полосатыми плодами (в процентах)? [5]

Для оформления решения задач по генетике введем следующие обозначения:

♀ – женский организм,

♂ – мужской организм,

P – родительские формы,

F₁, F₂ – дочерние организмы первого и второго поколений,

A, B – гены, кодирующие доминантные признаки,

a, b – гены, кодирующие рецессивные признаки,

AA, BB – генотипы особей, моногомозиготных по доминантному признаку,

aa, bb – генотипы особей, моногомозиготных по рецессивному признаку,

Aa, Bb – генотипы гетерозиготных особей,

AaBb – генотип дигетерозиготных особей.

1 этап. Запись условия.

а – гладкая окраска

A – полосатая окраска

Оба родителя гетерозиготные особи с полосатыми плодами

F₁ (в %)

2 этап. Определение генотипов родителей

Фенотип родителей: по условию оба родителя гетерозиготны и при этом имеют полосатую окраску. Следовательно, генотип каждого из них Aa.

P: ♀ Aa × ♂ Aa

полосатый полосатый

3 этап. Определение гамет.

Для того чтобы составить все возможные различные комбинации гамет и не потерять некоторые из них, на начальном этапе обучения решению задач по генетике можно использовать известный из комбинаторики метод – дерево перебора [3].

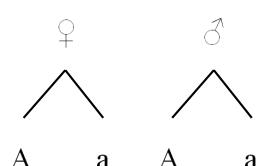


Рис. 1. Дерево перебора гамет родительских особей.
Fig. 1. Tree of enumeration of gametes of parental individuals.

P: ♀ Aa × ♂ Aa
полосатый полосатый
G A, a A, a

4 этап. Решетка Пеннета.

Для составления решетки Пеннета используем таблицу (таблица 1), где в столбцах указываем гаметы женской родительской формы, а в строках - гаметы мужской родительской формы. На пересечении соответствующих строк и столбцов в ячейках таблицы указываются генотипы и фенотипы дочерних форм.

Таблица 1

Решетка Пеннета. F₁ – первое поколение.

Table 1

Punnett square. F₁ – first generation.

	♂	A	a
♀		AA полосатый	Aa полосатый
A		Aa полосатый	aa гладкий

5 этап. Анализ результатов.

Из таблицы видно, что количество полосатых потомков генотипа Aa – 2, а генотипа AA – 1, потомков с гладкой окраской – 1. Следовательно, по фенотипу распределение 1:2:1. Общее число особей с полосатой окраской равно 3.

Для перевода получившихся результатов в процентное соотношение воспользуемся классическим определением вероятности.

Вероятность случайного события P(A) равна отношению благоприятных исходов m к общему числу исходов n , то есть $P(A) = \frac{m}{n}$.

В контексте данной задачи вероятность рождения потомства с полосатой окраской равна отношению числа потомков с полосатой окраской m=3 к общему числу потомков n=4.

$$P = \frac{3}{4} = 0,75.$$

При переводе в проценты результат умножаем на 100% и получаем 75% - вероятность рождения полосатых потомков. Тогда вероятность рождения потомков с гладким окрасом равна 100%-75% = 25%.

6 этап. Запись ответа.

Ответ: 75% рождения потомка с полосатым окрасом, 25% – с гладким окрасом.

Продемонстрируем свернутый план решения задач по генетике на примере дигибридного скрещивания.

Дигибридное скрещивание – это скрещивание, в котором участвуют особи, отличающиеся по двум параметрам аллелей [5].

Задача 2. Полидактилия (шестипалость) и близорукость передаются как рецессивные признаки. Какова вероятность рождения (в процентах) детей с двумя данными аномалиями в семье, где оба родителя - носители и при этом являются дигерезиготами [5].

1 этап. Запись условия.

По условию задачи имеем два заболевания, передающихся по наследству: полидактилия (a) и близорукость (b). Оба родителя являются носителями этих заболеваний, но сами ими не страдают. Следовательно, генотип каждого из них AaBb.

a – полидактилия

A – здоровый

b – близорукость

B – здоровый

Оба родителя дигетерозиготные особи - носители аномалий по каждому признаку

F₁ с двумя аномалиями развития ребенка (в %)

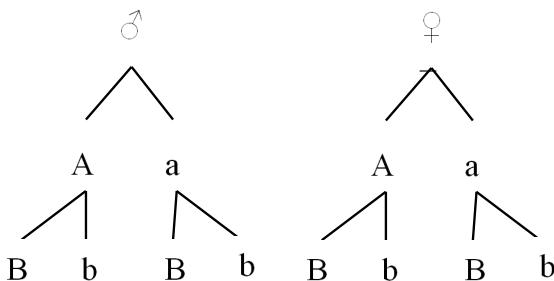
2 этап. Генотип родителей.

P: ♀ AaBb × ♂ AaBb
здоровый здоровый

3 этап. Дерево перебора гамет.

G AB, Ab, aB, ab AB, Ab, aB, ab

4 этап. Решетка Пеннетта.



Решетка Пеннетта. F1 – первое поколение.

Таблица 2

Table 2

Punnett square. F1 – first generation.

♂\♀	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB здоровый	AABb здоровый	AaBb здоровый	AaBb здоровый
Ab	AABb здоровый	AAbb близорукость	AaBb здоровый	Aabb близорукость
aB	AaBb здоровый	AaBb здоровый	aaBB полидактилия	aaBb полидактилия
ab	AaBb здоровый	Aabb близорукость	aaBb полидактилия	aabb полидактилия и близорукость

5 этап. Анализ результатов.

Количество потомков с двумя аномалиями развития (генотип aabb): m=1.

Общее число потомков: n=16.

$$P = \frac{1}{16} \times 100\% = 6,25\%.$$

6 этап. Ответ: вероятность рождения ребенка с полидактилией и близорукостью равна 6,25%.

Следующая задача включена в материалы ЕГЭ по математике профильного уровня и демонстрирует, как математические методы отрабатываются на примере ситуаций, процессов и явлений других предметных областей. Здесь математический аппарат – это основное средство решения таких задач, а сюжетная линия основана на примерах из практики смежных дисциплин.

Задача 3. Всем пациентам, обратившимся в клинику с подозрениями на COVID-19, делают анализ крови. Если этот анализ выявляет вирус, то результат анализа называют положительным. У действительно больных пациентов вирус выявляется с вероятностью 0,9. Если же человек не болен COVID-19, то анализ может дать положительный результат с вероятностью 0,02. Известно, что из всех обратившихся с подозрением на данный вирус действительно больны им 77%. Найти вероятность, что результаты анализа у человека, поступившего в клинику с подозрением на COVID-19, будут положительным [7].

Решение.

Пусть всего в клинику обратилось x человек. Из них 77% больны, тогда $100\%-77\% = 23\%$ не больны COVID-19.

Составим схему решения задачи в виде таблицы (таблица 3).

Из таблицы следует, что количество выявленных положительных результатов анализа на COVID-19 равно:

$$0,9 \times 0,77x + 0,02 \times 0,23x = 0,693x + 0,0046x = 0,6976x.$$

По определению классической вероятности количество человек, имеющих положительный результат на COVID-19: m=0,6976x.

Таблица 3

Схема решения задачи.

Table 3

Scheme for solving the problem.

Всего – x человек			
Больны COVID-19 – 0,77x человек		Не больны COVID-19 – 0,23x человек	
положительный анализ	отрицательный анализ	положительный анализ	отрицательный анализ
$0,9 \times 0,77x$	$(1-0,9) \times 0,77x$	$0,02 \times 0,23x$	$(1-0,02) \times 0,23x$

Общее число обратившихся в клинику равно: $n=x$.

$$\text{Следовательно, } P(A) = \frac{m}{n} = \frac{0,6976x}{x} = 0,6976.$$

Ответ: 0,6976.

Рассмотренные выше задачи показывают не только практическое применение теоретических основ каждой из рассматриваемых школьных дисциплин, но и универсальность использования математических методов в решении задач естественно - научного цикла. Данные задачи могут широко использоваться в школьной практике учителями как в рамках подготовки к итоговым экзаменам, так и при изучении соответствующих тем в курсе математических и биологических дисциплин.

Выводы

Реализация в образовательном процессе межпредметных связей способствует формированию у учащихся целостных представлений о явлениях и понятиях окружающего мира, о существующих взаимосвязях между ними, что делает полученные знания о них в рамках различных школьных дисциплин более осознанными и значимыми для самих школьников.

Эти связи выступают эффективным средством повышения практической и прикладной подготовки учащихся, что получило отражение в содержании материалов ЕГЭ по курсу математики и биологии.

Список источников

1. Блохина Л.П. Модернизационные процессы педагогического образования: проблемы, поиски, решения: монография / под ред. С.Д. Якушевой. Новосибирск: Сибирская академическая книга, 2014. 240 с.
2. Блохина Л.П. Образование в современной России. Проблемы и решения: монография. Пенза: Приолжский дом знаний, 2012. № 2. 120 с.
3. Графова О.П. К вопросу о комбинаторных задачах // Педагогический институт им. В.Г. Белинского: традиции и инновации: материалы научной конференции, посвященной 79-летию Педагогического института им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета. Пенза: ПГУ, 2019. С. 60 – 63.
4. Графова О.П. Роль вспомогательных моделей в процессе решения нестандартных задач // Начальная школа. 2024. № 10. С. 35 – 39.
5. Кириленко А.А. Биология. ЕГЭ. Раздел «Молекулярная биология». Теория, тренировочные задания: учебно-методическое пособие. 12-е изд., испр. и доп. Ростов н/Д: Легион, 2023. 288с.
6. Максимова В.Н. Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения: книга для учителя. Москва: Просвещение, 1984.143 с.
7. Сдам ГИА/ Решу ЕГЭ. Образовательный портал для подготовки к экзаменам. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://oge.sdamgia.ru> (дата обращения: 15.07.2025).
8. Сивоха И.А. Применение технологии графического моделирования знаний при решении прикладных задач по теории вероятностей // Дни науки: материалы Национальной научно-технической конференции студентов и курсантов. Калининград, 2022. С. 101 – 105.
9. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утверждён приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287).
10. Яремко Н.Н., Яковлева Ю.А. Методические приемы обучения школьников теории вероятностей // Математическая подготовка в школе и вузе: содержание и технологии: материалы 43-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов. Сыктывкар, 2024. С. 406 – 410.

References

1. Blokhina L.P. Modernization Processes in Pedagogical Education: Problems, Searches, Solutions: Monograph. Edited by S.D. Yakusheva. Novosibirsk: Sibirskaya Akademicheskaya Kniga, 2014. 240 p.
2. Blokhina L.P. Education in Modern Russia. Problems and Solutions: Monograph. Penza: Privilzhsky Dom Znanii, 2012. No. 2. 120 p.
3. Grafova O.P. On Combinatorial Problems. V.G. Belinsky Pedagogical Institute: Traditions and Innovations: Proceedings of the Scientific Conference Dedicated to the 79th Anniversary of the V.G. Belinsky Pedagogical Institute of Penza State University. Penza: PSU, 2019. P. 60 – 63.
4. Grafova O.P. The Role of Auxiliary Models in Solving Non-Standard Problems. Primary School. 2024. No. 10. P. 35 – 39.
5. Kirilenko A.A. Biology. Unified State Exam. Section "Molecular Biology". Theory, Training Tasks: A Study Guide. 12th ed., corrected and supplemented. Rostov-On-Don: Legion, 2023. 288 pages.
6. Maksimova V.N. Interdisciplinary Connections and Improving the Learning Process: A Teacher's Guide. Moscow: Prosveshchenie, 1984. 143 p.
7. Sdam GIA. Reshu USE. Educational Portal for Exam Preparation. [Electronic Resource]. Access Mode: <https://oge.sdamgia.ru> (accessed: 15.07.2025).
8. Sivokha I.A. Application of knowledge graphical modeling technology in solving applied problems in probability theory. Days of Science: Proceedings of the National Scientific and Technical Conference of Students and Cadets. Kaliningrad, 2022. P. 101 – 105.
9. Federal State Educational Standard of Basic General Education (approved by Order of the Ministry of Education of the Russian Federation dated May 31, 2021, No. 287).
10. Yaremko N.N., Yakovleva Yu.A. Methodological techniques for teaching probability theory to schoolchildren. Mathematical training in school and university: content and technologies: Proceedings of the 43rd International Scientific Seminar of Teachers of Mathematics and Computer Science from Universities and Pedagogical Universities. Syktyvkar, 2024. P. 406 – 410.

Информация об авторах

Графова О.П., кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Теория и методика дошкольного и начального образования», Педагогический институт им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета, г. Пенза, Россия

Блохина Л.П., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Теория и методика дошкольного и начального образования», Педагогический институт им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета, г. Пенза, Россия

© Графова О.П., Блохина Л.П., 2025