



# Основные подходы к оценке естественнонаучной и математической грамотности обучающихся на уровне основного общего образования

ФАТНЕВА Е.А., К.Г.Н., ДОЦЕНТ,  
СТАРШИЙ МЕТОДИСТ ЦЕНТРА СОПРОВОЖДЕНИЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЙ ОГАОУ ДПО «БЕЛИРО»

# Особенности исследования PISA (Programme for International Student Assessment)

**PISA** — это программа международного мониторингового исследования способности учащихся, получивших обязательное общее образование (15-и летних), применять полученные знания для решения широкого диапазона реальных жизненных задач, возникающих в различных сферах и контекстах, а также выявления факторов, объясняющих различие в результатах стран.



# МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ГРАМОТНОСТИ



Банк заданий по математической грамотности федерального проекта «Мониторинг формирования функциональной грамотности учащихся» <http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/>



РОССИЙСКАЯ  
ЭЛЕКТРОННАЯ  
ШКОЛА

Электронный банк заданий по функциональной грамотности <https://resh.edu.ru/>



Примеры заданий на оценку математической грамотности международного исследования PISA 2022

<https://media.prosv.ru/fg/>

[https://rikc.by/ru/PISA/2-ex\\_\\_pisa.pdf](https://rikc.by/ru/PISA/2-ex__pisa.pdf)

# ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ГРАМОТНОСТЬ СОГЛАСНО PISA

**Естественнонаучная грамотность** – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественнонаучными идеями.

Естественнонаучно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетентностей:

- научно объяснять явления;
- демонстрировать понимание основных особенностей естественнонаучного исследования;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

## **ТРИ ОСНОВНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНУЮ ГРАМОТНОСТЬ**

**Объяснение или описание естественнонаучных явлений на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозирование изменений.**

**Понимание особенностей естественнонаучного исследования.**

**Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.**

## **СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ И ТИПЫ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ**

**Содержательное знание, знание научного содержания, относящегося к физическим системам (физика и химия), живым системам (биология) и наукам о Земле и Вселенной (география, геология, астрономия).**

**Процедурное знание, знание разнообразных методов, используемых для получения научного знания, а также стандартных исследовательских процедур.**

Основное требование к заданиям по формированию и оцениванию естественнонаучной грамотности:  
Эти задания направлены на оценку компетенций, характеризующих ЕНГ,  
и основываются на **реальных жизненных ситуациях**.

1	Компетенция: научное объяснение явлений	Примерный смысл учебного задания
1.1	Применять соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления	Описана стандартная ситуация, для объяснения которой можно напрямую использовать программный материал.
1.2	Распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления	Описана нестандартная ситуация, для которой ученик не имеет готового объяснения. Для получения объяснения реальная ситуация должна быть трансформирована в модель.
1.3	Делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления	Предлагается на основе понимания механизма (или причин) явления или процесса обосновать дальнейшее развитие событий.
1.4	Объяснять принцип действия технического устройства или технологии	Предлагается объяснить, на каких научных принципах основана работа описанного технического устройства или технологии.

# ФОРМИРУЕМОЕ И/ИЛИ ОЦЕНИВАЕМОЕ УМЕНИЕ: ПРИМЕНИТЬ НАУЧНЫЕ ЗНАНИЯ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ. 7 КЛАСС

## Лыжи

Денис и Андрей увлекаются беговыми лыжами, но Андрей обычно опережает Дениса на дистанции. Денис объясняет это тем, что он крупнее и тяжелее Андрея, и поэтому лыжи под ним скользят по лыжне хуже, чем лыжи под Андреем.



- **Вопрос:**
- **Согласны ли вы с тем, что лыжи под Денисом должны скользить хуже, чем лыжи под Андреем, при условии, что сами лыжи у ребят совершенно одинаковые?**
- **Выберите «Да» или «Нет».**
- Да
- Нет
- **Объясните свой выбор.**

# ФОРМИРУЕМОЕ И/ИЛИ ОЦЕНИВАЕМОЕ УМЕНИЕ: РАСПОЗНАВАТЬ, ИСПОЛЬЗОВАТЬ И СОЗДАВАТЬ ОБЪЯСНИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Аня прочитала, что, согласно результатам научных исследований, все современные собаки произошли от волков, хотя большинство собачьих пород внешне совсем не похожи на волка. Еще она узнала, что благодаря одомашниванию и дружбе с человеком у животных изменилась не только внешность, но и ДНК (гены). Например, в отличие от волков, собаки способны переваривать растительную пищу, в том числе хлеб, кашу или фрукты.



**Вопрос:**

**Почему способность собак переваривать растительную пищу является для них преимуществом в условиях жизни с человеком?**

*Запишите свое объяснение в поле ниже.*

## ОСНОВНОЕ ТРЕБОВАНИЕ К ЗАДАНИЯМ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ОЦЕНИВАНИЮ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ:

2	Компетенция: понимание особенностей естественнонаучного исследования	Примерный смысл учебного задания
2.1	Распознавать и формулировать цель данного исследования	По краткому описанию хода исследования или действий исследователей предлагается четко сформулировать его цель.
2.2	Предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса	По описанию проблемы предлагается определить или оценить экспериментальный способ ее решения, и/или описать краткий план данного исследования.
2.3	Выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки	Предлагается не просто сформулировать гипотезы, объясняющие описанное явление, но и обязательно предложить возможные способы их проверки. Набор гипотез может предлагаться в самом задании, тогда нужно предложить способы их проверки.
2.4	Описывать и оценивать способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность объяснений	Предлагается охарактеризовать назначение того или иного элемента исследования, повышающего надежность результата (контрольная группа, контрольный образец, большая статистика и др.). Или: предлагается выбрать более надежную стратегию исследования вопроса.

**ФОРМИРУЕМОЕ И/ИЛИ ОЦЕНИВАЕМОЕ УМЕНИЕ:  
ОПРЕДЕЛЯТЬ ЗАДАЧУ ИССЛЕДОВАНИЯ (НО  
ЗАДАНИЕ МОЖНО ПРЕВРАТИТЬ И В «ПРОВЕРКУ  
ГИПОТЕЗ», И В «ОБЪЯСНЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ»**



Вопрос: Что ребята хотели узнать в результате этого эксперимента?

## ОСНОВНОЕ ТРЕБОВАНИЕ К ЗАДАНИЯМ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ОЦЕНИВАНИЮ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ:

3	Компетенция: интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Примерный смысл учебного задания
3.1	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	Предлагается формулировать выводы на основе интерпретации данных, представленных в различных формах: графики, таблицы, диаграммы, фотографии, географические карты, вербально.
3.2	Преобразовывать одну форму представления данных в другую	Предлагается преобразовать одну форму представления научной информации в другую, например: словесную в схематический рисунок, табличную форму в график или диаграмму и т.д.
3.3	Распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах	Предлагается выявлять и формулировать допущения, на которых строится то или иное научное рассуждение, а также характеризовать сами типы научного текста: доказательство, рассуждение, допущение.
3.4	Оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников	Предлагается оценить с научной точки зрения корректность и убедительность утверждений, содержащихся в различных источниках, например, научно-популярных текстах, сообщениях СМИ, мнениях людей.

# ФОРМИРУЕМОЕ И/ИЛИ ОЦЕНИВАЕМОЕ УМЕНИЕ: АНАЛИЗИРОВАТЬ ДАННЫЕ И ИСПОЛЬЗОВАТЬ НАУЧНЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫВОДОВ. 5 КЛАСС

## Опыт голландского учёного ван Гельмонта



После описания опыта в книге был поставлен вопрос: «Как вы считаете, какой вывод мог сделать учёный из проведённого опыта? За счёт чего саженец превратился в дерево?»

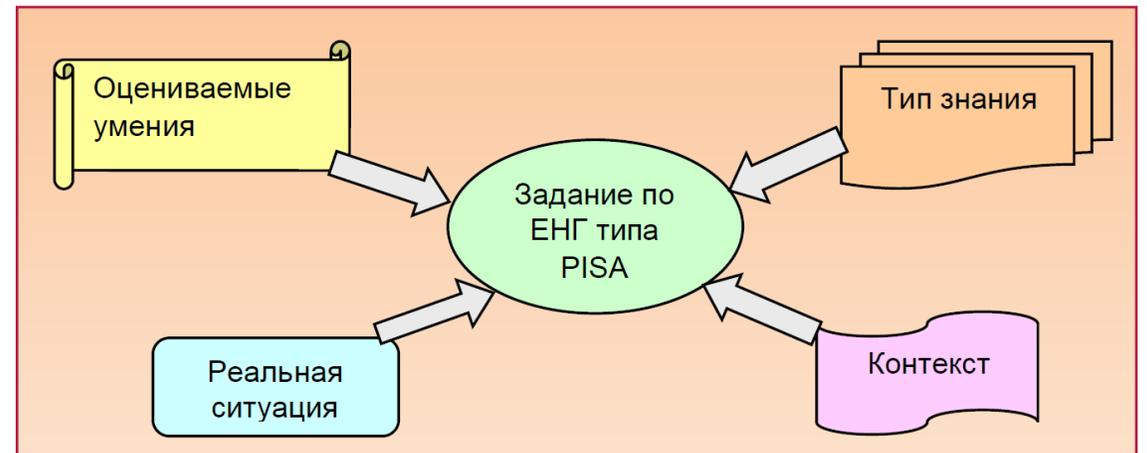
Как бы вы на месте Ксении ответили на вопрос:

**Вопрос: За счёт чего за 5 лет могла настолько увеличиться масса растения?**

# МОДЕЛЬ ЗАДАНИЙ ПО ОЦЕНИВАНИЮ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

Задания, как правило, основаны на проблемном материале, включающем текст, графики, таблицы и связанные с ними вопросы. В свою очередь, каждый из вопросов в составе этих заданий классифицируется по следующим категориям:

- компетенция, на оценивание которой направлен вопрос;
- тип естественнонаучного знания, затрагиваемый в вопросе;
- контекст;
- познавательный уровень (или степень трудности) вопроса.



# КОНТЕКСТЫ

Контекст – тематическая область, к которой относится описанная в вопросе (задании) проблемная ситуация. Контексты в PISA:

- здоровье;
- природные ресурсы;
- окружающая среда;
- опасности и риски;
- связь науки и технологий.

При этом каждая из ситуаций может рассматриваться на одном из трех уровней: *личностном (связанном с самим учащимся, его семьей, друзьями), местном/национальном или глобальном (в котором рассматриваются явления, происходящие в различных уголках мира).*

# ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ УРОВНИ

Трудность любого вопроса – это сочетание его собственной интеллектуальной сложности (т.е. сложности требуемых мыслительных процедур) и объема знаний и умений, необходимых для выполнения задания. Выделяются следующие познавательные уровни:

- Низкий

Выполнять одношаговую процедуру, например, распознавать факты, термины, принципы или понятия, или найти единственную точку, содержащую информацию, на графике или в таблице.

- Средний

Использовать и применять понятийное знание для описания или объяснение явлений, выбирать соответствующие процедуры, предполагающие два шага или более, интерпретировать или использовать простые наборы данных в виде таблиц или графиков.

- Высокий

Анализировать сложную информацию или данные, обобщать или оценивать доказательства, обосновывать, формулировать выводы, учитывая разные источники информации, разрабатывать план или последовательность шагов, ведущих к решению проблемы.

# ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ИЗ PISA

В этом задании рассматривается явление, которое называется синдромом гибели пчелиных семей. Вводные материалы включают короткий текст, описывающий это явление, и график, представляющий результаты исследования, в котором изучалась связь между использованием инсектицида имидаклоприд и гибелью пчелиных семей.

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей  
Вопрос 1 / 5

Прочитайте текст "Синдром гибели пчелиных семей", расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Людам, которые разводят и изучают пчёл, очень важно понимать, что такое синдром гибели пчелиных семей, однако этот синдром может оказывать влияние не только на пчёл. Люди, изучающие птиц, также заметили его влияние. Подсолнух служит источником пищи и для пчёл, и для некоторых видов птиц. Пчёлы питаются нектаром подсолнуха, а птицы – его семенами.

Учитывая эту связь, объясните, почему исчезновение пчёл может привести к сокращению популяции птиц.

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Пчелиным семьям по всему миру угрожает опасное явление. Оно называется «синдром гибели пчелиных семей». Оно состоит в том, что пчёлы покидают свой улей. Отделившись от улья, пчёлы погибают, и таким образом синдром гибели пчелиных семей уже вызвал гибель десятков миллиардов пчёл. Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей.



**Для правильного ответа на этот вопрос, учащиеся должны дать объяснение, в котором говорится о том, что цветы не смогут образовывать семена без опыления. Умение, которое требуется для ответа на этот вопрос относится к группе «научное объяснение явлений», а именно, учащимся надо вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания.**

**•Группа умений**

Научное объяснение явлений

**•Тип знания**

Содержательное знание: живые системы

**•Контекст**

Окружающая среда; местный/национальный

**•Познавательный уровень**

Средний

**•Формат вопроса**

С открытым ответом

# МОДЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ PISA

**Математическая грамотность** — это способность индивидуума проводить математические рассуждения и формулировать, применять, интерпретировать математику для решения проблем в разнообразных контекстах реального мира.

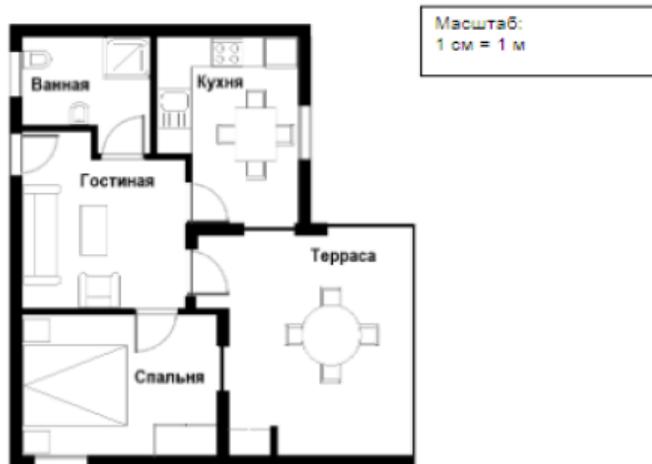


# РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ КОНТЕКСТА

## Личный

### ПОКУПКА КВАРТИРЫ

Это план квартиры, которую родители Гриши хотят купить в агентстве недвижимости.



#### Вопрос 1: ПОКУПКА КВАРТИРЫ

Для оценки общей площади пола в квартире (включая террасу и стены) вы можете измерить размеры каждой комнаты, вычислить площадь каждой из них и сложить их.

Однако есть более эффективный метод, при котором для оценки общей площади пола вам нужно измерить только 4 отрезка. Укажите на данном плане четыре отрезка, которые нужны, чтобы оценить общую площадь пола в квартире.

## Профессиональный

### ПРОДАЖА ГАЗЕТ

В Зедландии есть 2 газеты, которые хотят нанять продавцов. Объявления, представленные ниже, содержат информацию о заработной плате, которая предлагается продавцам.

**ЗЕДЛАНДСКАЯ ПРАВДА**

нужны деньги?

**ПРОДАВАЙТЕ НАШУ ГАЗЕТУ**

Мы заплатим вам 0,20 зедра за каждую из 240 газет, которые вы продадите за неделю, а также 0,40 зедра за каждую дополнительную газету, которую вы продадите.

**ЗЕДЛАНДИЯ СЕГОДНЯ**

**ХОРОШО ОПЛАЧИВАЕМАЯ РАБОТА, КОТОРАЯ НЕ ЗАНИМАЕТ МНОГО ВРЕМЕНИ!**

Продавайте газету «Зедландия сегодня» и зарабатывайте 60 зед в неделю, а также дополнительные 0,05 зедра за каждую проданную газету.

#### Вопрос 1: ПРОДАЖА ГАЗЕТ

В среднем Федор продает 350 копий газеты «Зедландская правда» в неделю.

Сколько в среднем зарабатывает Федор каждую неделю?

Ответ: ..... зед.

# РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ КОНТЕКСТА

## Научный

### НЕФТЯНОЕ ПЯТНО

Танкер, перевозивший нефть по морю, ударился о камень, что привело к образованию дыры в резервуаре с нефтью. Танкер находился на расстоянии 65 км от берега. Через несколько дней нефть растеклась таким образом, как это изображено на рисунке ниже.



Вопрос 1: НЕФТЯНОЕ ПЯТНО

Используя масштаб карты, определите размер нефтяного пятна в квадратных километрах ( $\text{км}^2$ ).

Ответ: .....  $\text{км}^2$ .

## Общественный

### ПОДЪЕМ НА ГОРУ ФУДЗИ

Гора Фудзи – знаменитый бездействующий вулкан в Японии.

**Вопрос 1: ПОДЪЕМ НА ГОРУ ФУДЗИ**

Гора Фудзи ежегодно открыта для подъема людей только с 1 июля по 27 августа включительно. В течение этого времени на гору Фудзи поднимаются около 200 000 людей.

Сколько примерно в среднем людей поднимаются на гору Фудзи каждый день?

- A. 340
- B. 710
- C. 3400
- D. 7100
- E. 7400



# СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ

## Изменение и зависимости

Задания, связанные с математическим описанием зависимости между переменными в различных процессах, т.е. с алгебраическим материалом

## Пространство и форма

Задания, относящиеся к пространственным и плоским геометрическим формам и отношениям, т.е. к геометрическому материалу

## Количество

Задания, связанные с числами и отношениями между ними, в программах по математике этот материал чаще всего относится к курсу арифметики

## Неопределенность и данные

Эта область охватывает вероятностные и статистические явления и зависимости, которые являются предметом изучения разделов статистики и вероятности

# МОДЕЛЬ ЗАДАНИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ОЦЕНКЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ

Реальный мир

Проблема  
в контексте

Оценивать

Результаты  
в контексте

Математический мир

Математическая  
проблема

Применять

Математические  
результаты

Формулировать

Интерпретировать



# КЛЮЧЕВЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ КОМПЕТЕНЦИИ (PISA)



# ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

## PISA

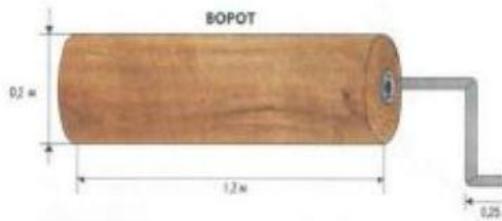
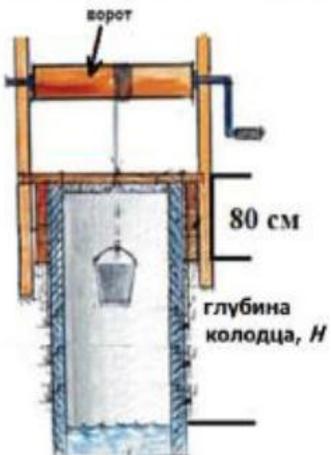
### Деревянный колодец

Деревянный колодец представляет собой крытую бревенчатую шахту с воротом, к которому цепью крепится ведро.

Ворот вращается ручкой. При вращении ручки ворот поворачивается, цепь постепенно наматывается на него, и ведро с водой поднимается на поверхность. За один поворот ручки ворот делает полный оборот вокруг оси, и на нём появляется один виток цепи.



Диаметр ворота равняется обычно от 20 до 22 см.



Формулы для справок:

$S = \pi R^2$  – площадь круга,

$C = 2\pi R$  – длина окружности,

где  $R$  – радиус круга.

Считайте, что  $\pi = 3,14$ .

## ОТКРЫТЫЙ БАНК ЗАДАНИЙ

### для формирования функциональной грамотности МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ГРАМОТНОСТЬ

- А) При поднятии воды из колодца, диаметр ворота которого равен 20 см, сделали 20 оборотов ручкой. Высота деревянного сруба над землей – 80 см. Найдите глубину колодца (от уровня земли до уровня воды в колодце). Результат округлите до целого.

Ответ: \_\_\_\_\_ м

- Б) Запишите формулу для вычисления глубины колодца  $H$  (в м) в зависимости от диаметра ворота  $d$  (в м), количества оборотов  $n$ , высоты сруба  $l$  (в м).

Ответ: \_\_\_\_\_

- Сколько оборотов ручкой необходимо сделать, чтобы поднять ведро с водой из колодца глубиной 9 м?

Высота сруба колодца над землей – 80 см, диаметр ворота – 20 см.



# БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

---

**Электронная почта:** [fatneva\\_ea@beliro.ru](mailto:fatneva_ea@beliro.ru)

+7 (4722) 34-00-26

308007 г. Белгород, ул. Студенческая, 14

**Сайт в сети Интернет:** <http://beliro.ru>