



**ФИОКО**

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

# **Особенности оценки естественнонаучной грамотности в рамках международных сравнительных исследований**

**Александр Юрьевич Пентин, руководитель группы разработчиков  
по естественнонаучной грамотности, к.ф.-м.н.**

## Компетенции естественнонаучной грамотности в соответствии с концепцией PISA-2025

- Научное объяснение явлений
- Разработка и оценка планов естественнонаучного исследования и критическая интерпретация научных данных и доказательств
- Поиск, оценка и использование научной информации для принятия решений и действий

# СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ

Естественнонаучные знания	Физические системы	Живые системы	Системы земли и космоса	Всего
Содержательное знание (Content)	15-20%	15-20%	10-15%	38-48%
Знание процедур (Procedural)	10-13%	10-13%	7-10%	27-33%
Эпистемическое знание (Epistemic)	8-11%	8-11%	7-10%	24-30%
<b>Всего</b>	<b>37%</b>	<b>37%</b>	<b>26%</b>	<b>100%</b>

# *Что такое эпистемическое (методологическое) знание?*

Конструкты и определяющие черты науки. Это понимание:

- Природы научных наблюдений, фактов, гипотез, моделей и теорий;
- Целей науки (давать надежные объяснения мира природы и предсказывать будущие события) в отличие от технологии (находить оптимальные решения для удовлетворения потребностей человека);
- Ценностей науки, например, большее доверие рецензируемым публикациям, объективность и отсутствие предвзятости.

## Проблемные области

- Здоровье и болезни
- Природные ресурсы
- Качество окружающей среды (включая воздействия на окружающую среду и изменение климата)
- Угрозы и риски
- Мир науки и техники (включая современные достижения и вызовы)

## Примеры соответствия между метапредметными результатами ФГОС ООО и компетенциями естественнонаучной грамотности (PISA 2025)

	Метапредметные результаты из ФГОС ООО: универсальные познавательные действия	Компетенции естественнонаучной грамотности (обобщенные и детальные)
1	<b>Базовые логические действия</b>	
1.4	Выявлять причинно-следственные связи при изучении явлений и процессов.	<p><b>Научное объяснение явлений</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вспоминать и применять соответствующие естественнонаучные знания</li> </ul> <p><b>Разработка и оценка планов естественнонаучного исследования и критическая интерпретация научных данных и доказательств</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерпретировать данные, представленные в различных формах, делать соответствующие выводы из данных и оценивать их сравнительные достоинства</li> </ul>

## Примеры соответствия между метапредметными результатами ФГОС ООО и компетенциями естественнонаучной грамотности (PISA 2025)

	Метапредметные результаты из ФГОС ООО: универсальные познавательные действия	Компетенции естественнонаучной грамотности (обобщенные и детальные)
2	<b>Базовые исследовательские действия</b>	
2.2	<p>Проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный эксперимент, небольшое исследование по установлению особенностей объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей объектов между собой.</p>	<p><b>Разработка и оценка планов естественнонаучного исследования и критическая интерпретация научных данных и доказательств</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Предлагать подходящий план эксперимента</li> <li>• Оценивать, подходит ли предлагаемый план эксперимента для ответа на вопрос</li> </ul>

# Примеры соответствия между метапредметными результатами ФГОС ООО и компетенциями естественнонаучной грамотности (PISA 2025)

	<b>Метапредметные результаты из ФГОС ООО: универсальные познавательные действия</b>	<b>Компетенции естественнонаучной грамотности (обобщенные и детальные)</b>
<b>3</b>	<b>Работа с информацией</b>	
3.2	Выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления.	<b>Поиск, оценка и использование научной информации для принятия решений и действий</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Использовать разные формы представления и преобразовывать их между собой</li><li>• Интерпретировать данные, представленные в различных формах, делать соответствующие выводы из данных и оценивать их сравнительные достоинства</li><li>• Различать утверждения, основанные на убедительных научных доказательствах, экспертные и неэкспертные мнения, а также указывать причины их различия</li></ul>



## Открытое задание PISA

[http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_sl.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html)

## Задание CS613 *Ископаемые виды топлива*

### Вопрос №1

PISA 2015

#### Ископаемые виды топлива

Вопрос 1 / 4

Прочитайте текст «Ископаемые виды топлива», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Использование биотоплива не так сильно влияет на уровень  $\text{CO}_2$  в атмосфере, как использование ископаемых видов топлива. Какое из приведённых ниже утверждений лучше всего объясняет, почему?

- Биотопливо при горении не выделяет  $\text{CO}_2$ .
- Растения, используемые для производства биотоплива, пока они растут, поглощают  $\text{CO}_2$  из атмосферы.
- По мере сгорания биотопливо поглощает часть  $\text{CO}_2$  из атмосферы.
- $\text{CO}_2$ , выделяемый электростанциями на биотопливе, имеет иные химические свойства, чем  $\text{CO}_2$ , выделяемый электростанциями на ископаемом топливе.

#### ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Многие электростанции сжигают топливо на основе углерода и выделяют углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ).  $\text{CO}_2$ , выбрасываемый в атмосферу, оказывает негативное влияние на глобальный климат. Инженеры используют различные стратегии, чтобы уменьшить количество  $\text{CO}_2$ , выбрасываемого в атмосферу.

Одна из таких стратегий заключается в сжигании биотоплива вместо ископаемого топлива. В то время как ископаемое топливо образуется из давно умерших организмов, биотопливо образуется из растений, которые жили и умерли недавно.

Другая стратегия предполагает улавливание части  $\text{CO}_2$ , выделяемого электростанциями, и хранение её глубоко под землей или в океане. Эта стратегия называется "улавливание и хранение углерода".

The diagram illustrates the carbon cycle for fossil fuels and biofuels. It shows fossil fuels being burned in power plants, releasing  $\text{CO}_2$  into the atmosphere. Biofuels are produced from plants that absorb  $\text{CO}_2$  during photosynthesis. A strategy for  $\text{CO}_2$  capture and storage (CCS) is also shown, where  $\text{CO}_2$  from power plants is captured and stored in the ocean.

**Компетенция: научное объяснение явлений**

Учащиеся должны использовать соответствующее содержание естественнонаучного знания, чтобы объяснить, почему использование растительного биотоплива не влияет на атмосферные уровни  $\text{CO}_2$  так сильно, как сжигание ископаемых видов топлива. Второй вариант – правильный ответ: «Растения, используемые для производства биотоплива, пока они растут, поглощают  $\text{CO}_2$  из атмосферы».

PISA 2015

**Ископаемые виды топлива**  
Вопрос 2 / 4

Прочитайте текст «Ископаемые виды топлива», расположенный справа. Запишите свои ответы на вопросы.

Несмотря на преимущества использования биотоплива для окружающей среды, ископаемые виды топлива по-прежнему широко используются. В следующей таблице сравниваются количество энергии и количество CO<sub>2</sub>, выделяемые при сжигании нефти и этанола. Нефть является ископаемым топливом, а этанол – биотопливом.

Источник топлива	Выделяемая энергия (кДж энергии/г топлива)	Выделяемый углекислый газ (мг CO <sub>2</sub> /кДж энергии, вырабатываемой из топлива)
Нефть	43,6	78
Этанол	27,3	59

Основываясь на данных, приведённых в таблице, объясните, почему кому-то использование нефти вместо этанола может показаться предпочтительнее, даже если их стоимость одинакова.

Основываясь на данных, приведённых в таблице, объясните, в чём преимущества использования этанола вместо нефти для окружающей среды.

**ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА**

Многие электростанции сжигают топливо на основе углерода и выделяют углекислый газ (CO<sub>2</sub>). CO<sub>2</sub>, выбрасываемый в атмосферу, оказывает негативное влияние на глобальный климат. Инженеры используют различные стратегии, чтобы уменьшить количество CO<sub>2</sub>, выбрасываемого в атмосферу.

Одна из таких стратегий заключается в сжигании биотоплива вместо ископаемого топлива. В то время как ископаемое топливо образуется из давно умерших организмов, биотопливо образуется из растений, которые жили и умерли недавно.

Другая стратегия предполагает улавливание части CO<sub>2</sub>, выделяемого электростанциями, и хранение её глубоко под землей или в океане. Эта стратегия называется "улавливание и хранение углерода".

The diagram shows a cycle of carbon dioxide. At the top, a blue arrow labeled 'CO<sub>2</sub>, используемый при фотосинтезе' (CO<sub>2</sub> used in photosynthesis) points from a cloud image labeled 'Выбрасывается в атмосферу' (Released into the atmosphere) to a cornfield image labeled 'Биотопливо' (Biofuel). Below this, a green arrow labeled 'Топливо для электростанций' (Fuel for power plants) points from a cornfield to a power plant image labeled 'Ископаемое топливо' (Fossil fuel). From the power plant, a blue arrow labeled 'Выбросы CO<sub>2</sub> с электростанции' (CO<sub>2</sub> emissions from power plant) points to an ocean image labeled 'Хранится в океане' (Stored in the ocean). A large blue arrow at the top also points from the ocean back to the cornfield, completing the cycle.

**Компетенция: поиск, оценка и использование научной информации для принятия решений и действий**

Отвечая на вопрос, учащиеся должны проанализировать данные, представленные в таблице, чтобы сравнить этанол и нефть как источники топлива. Учащиеся должны определить, что люди могут предпочитать использование нефти по сравнению с этанолом, потому что она выделяет больше энергии по той же цене, и что этанол имеет экологическое преимущество над нефтью, поскольку выделяет меньше двуокси углерода.

PISA 2015

**Ископаемые виды топлива**  
Вопрос 3 / 4

Прочитайте текст «Улавливание и хранение углерода», расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Используйте данные графика, чтобы объяснить, как глубина влияет на эффективность долговременного хранения CO<sub>2</sub> в океане.

**ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА**  
**Улавливание и хранение углерода**

Улавливание и хранение углерода предполагает улавливание части CO<sub>2</sub>, выделяемого электростанциями, и его хранение в таком месте, откуда он не может быть снова выделен в атмосферу. Одно из возможных мест хранения CO<sub>2</sub> – это океан, так как CO<sub>2</sub> растворяется в воде.

Ученые разработали математическую модель для расчёта доли CO<sub>2</sub>, которая будет оставаться на хранении в океане после того, как CO<sub>2</sub> закачают в океан на три разные глубины (800 метров, 1500 метров и 3000 метров). Модель предполагает, что CO<sub>2</sub> был закачан в океан в 2000 году. Приведённый ниже график показывает результаты данной модели.

Год	глубина 800 м	глубина 1500 м	глубина 3000 м
2000	100	100	100
2050	75	95	100
2100	55	85	100
2150	40	75	98
2200	30	65	95
2250	25	55	90
2300	20	45	85
2350	18	40	80
2400	16	35	75
2450	15	32	70
2500	14	30	65

**Компетенция: разработка и оценка планов естественнонаучного исследования и критическая интерпретация научных данных и доказательств**

Учащиеся должны интерпретировать данные, представленные на графике, чтобы сделать общий вывод, что закачивание углекислого газа на большую глубину в океане обеспечивает более эффективное хранение, чем закачивание на меньшую глубину.

# Пример задания на Эпистемическое знание

## Из задания «Парниковый эффект» из PISA-2025

Для того чтобы ученые могли сделать вывод о том, что повышение средней температуры на Земле вызвано увеличением выбросов углекислого газа, какие (один или несколько) следующих факторов можно считать надежным подтверждением:

- Научные объяснения того, как углекислый газ может влиять на температуру на Земле.
- Заявления исследовательского сообщества об изменениях климата и необходимости использовать возобновляемые источники энергии.
- Демонстрация того, что увеличение концентрации углекислого газа в воздухе согласуется с усилением деятельности человека.
- Разработка моделей, объясняющих, как рост концентрации атмосферного углекислого газа вызывает увеличение глобальной температуры.
- Обнаружение того, что температура на Земле всегда колебалась.

## Компетенция: научное объяснение явлений

### Садимся на Марс

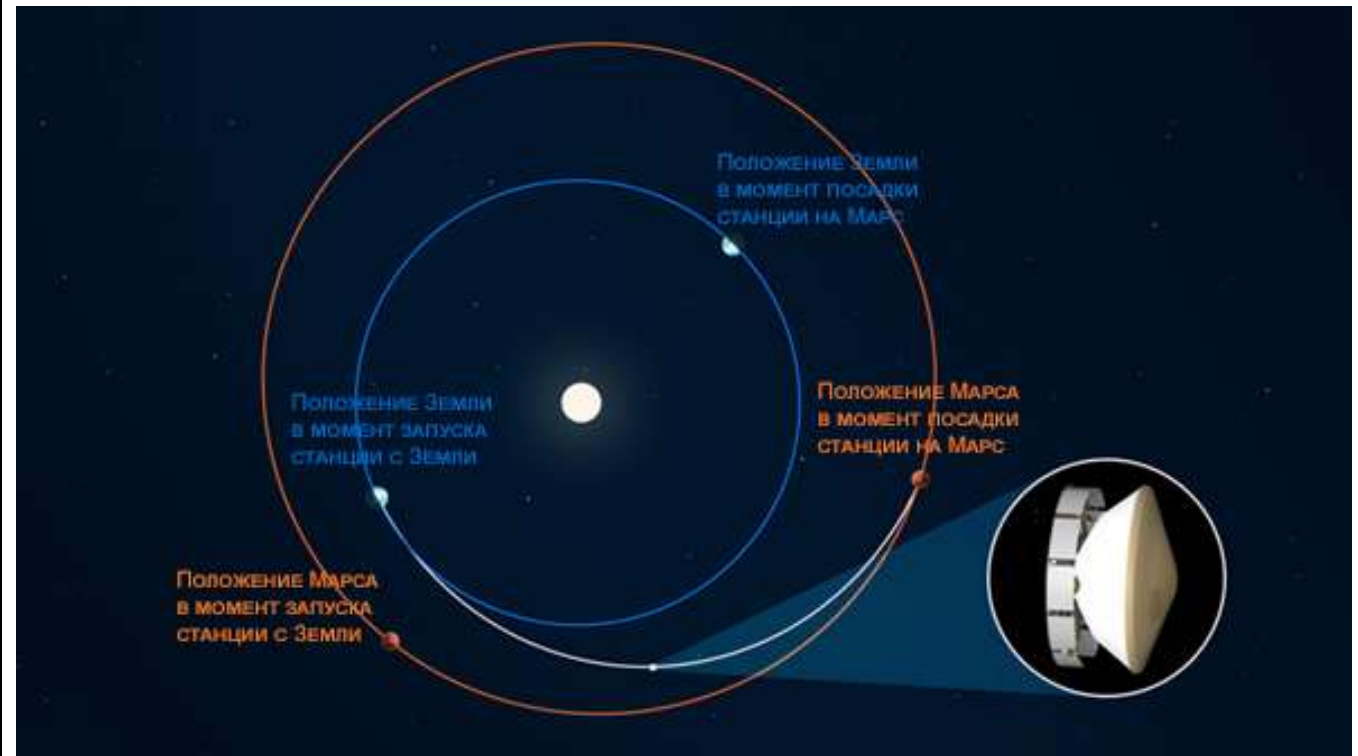
Задание 1 / 5

*Прочитайте текст и рассмотрите рисунок, расположенные справа. Запишите свой ответ на вопрос.*

Какова основная причина искривления траектории межпланетной космической станции на пути от Земли к Марсу?

*Запишите свой ответ.*

Представьте себя учёными и инженерами, вычисляющими траекторию космической станции, которая отправляется к Марсу. Как видно на рисунке, эта траектория не пойдёт по кратчайшему пути от Земли к Марсу, а будет иметь искривлённую форму.



## ЗАДАНИЕ 1. САДИМСЯ НА МАРС. (1 ИЗ 5). МФГ\_ЕС\_7\_030\_01

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАНИЯ:

- **Содержательная область оценки:** науки о Земле и Вселенной
- **Компетентностная область оценки:** научное объяснение явлений
- **Контекст:** глобальный
- **Уровень сложности:** средний
- **Формат ответа:** задание с развернутым ответом
- **Объект оценки:** применять соответствующие естественно-научные знания для объяснения явления
- **Максимальный балл:** 2
- **Способ проверки:** экспертный

### Система оценивания:

Балл	Содержание критерия
2	Дан ответ, в котором в качестве основной причины искривления траектории указано гравитационное притяжение (или просто притяжение, или просто гравитация, тяготение) Солнца. Если вместе с гравитацией Солнца говорится еще и о гравитации других планет, то ответ также полностью принимается.
1	Дан ответ, в котором просто названо Солнце без упоминания о гравитации или притяжении. Если вместе с Солнцем названы еще и другие планеты, то ответ также частично принимается.
0	Другой ответ, или ответ отсутствует.

## Компетенция: разработка и оценка планов естественнонаучного исследования и критическая интерпретация научных данных и доказательств

### Садимся на Марс

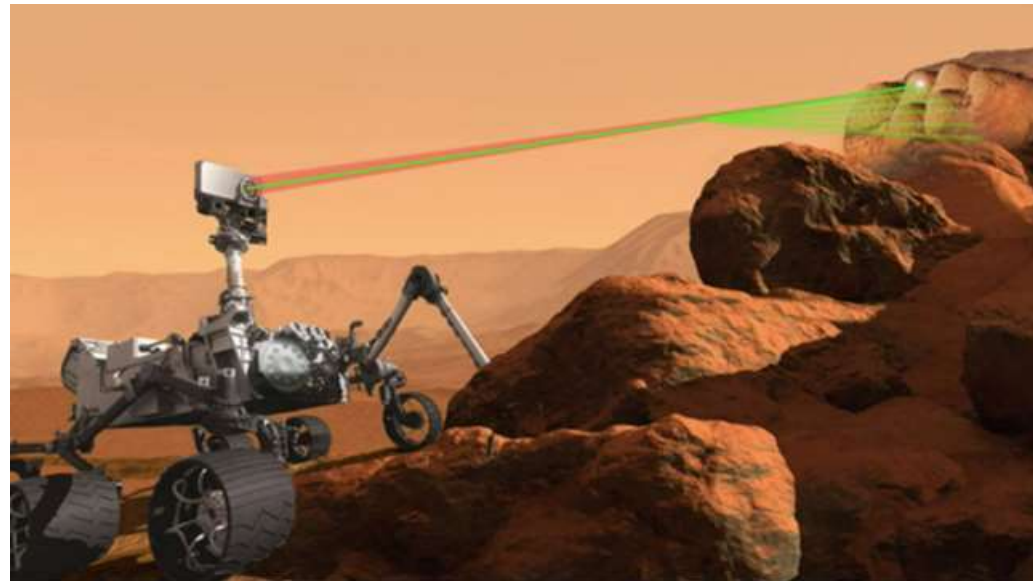
Задание 4 / 5

*Прочитайте текст, расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.*

Какую характеристику объекта, скорее всего, можно определить по тональности звука при соприкосновении лазерного луча с объектом?

*Запишите свой ответ.*

На марсоходе установлен аппарат, сканирующий горные породы Марса лазерным лучом. Лазер испускает лучи короткими импульсами. Щелчки, возникающие при соприкосновении луча с исследуемым объектом, дают учёным информацию о некоторых характеристиках этого объекта. Например, если взять мел и мрамор, то звук при соприкосновении луча с такими минералами будет иметь разную тональность, хотя их химический состав практически одинаков.



## ЗАДАНИЕ 4. САДИМСЯ НА МАРС (4 ИЗ 5) МФГ\_ЕС\_7\_030\_04

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАНИЯ:

- **Содержательная область оценки:** физические системы
- **Компетентностная область оценки:** применение естественно-научных методов исследования
- **Контекст:** глобальный
- **Уровень сложности:** средний
- **Формат ответа:** задание с развернутым ответом
- **Объект оценки:** предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса
- **Максимальный балл:** 1
- **Способ проверки:** экспертный

### Система оценивания:

Балл	Содержание критерия
1	Дан ответ, в котором названа плотность или твёрдость.
0	Другой ответ, или ответ отсутствует.



# Компетенция: поиск, оценка и использование научной информации для принятия решений и действий

## Садимся на Марс

Задание 5 / 5

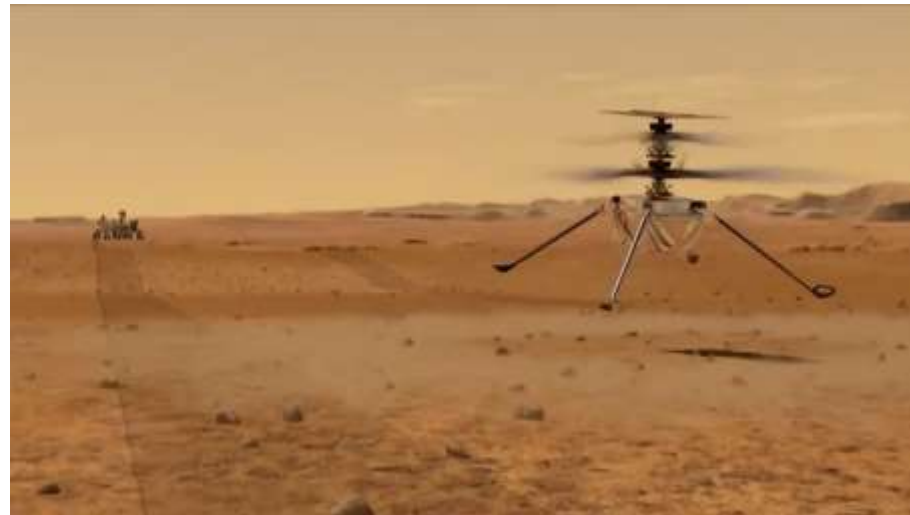
Прочитайте текст, расположенный справа. Проанализируйте таблицу ниже и выберите в выпадающих меню нужные варианты ответа.

Характеристика	Единицы измерения	Земля	Марс
Плотность атмосферы, $\rho$	кг/м <sup>3</sup>	1,225	0,017

Основываясь на сравнительных данных для атмосферы Земли и Марса, приведённых в таблице, выберите в выпадающем меню, каковы должны быть скорость вращения и размеры винта марсианского вертолёт по сравнению с таким же вертолёт на Земле.

Характеристики	Выпадающие меню
Скорость вращения винта марсианского вертолета	Больше Меньше
Размеры винта марсианского вертолета	Больше Меньше

Для исследования планеты с марсохода взлетел небольшой вертолёт, масса которого чуть меньше 2 кг. Создать вертолёт для Марса – очень сложная задача, потому что и самолётам, и вертолётам для полета необходим воздух, а воздуха на Марсе мало.



Источник:  
<https://www.bbc.com/russian/media-56809377>

## ЗАДАНИЕ 5. САДИМСЯ НА МАРС (5 ИЗ 5) МФГ\_ЕС\_7\_030\_05

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАНИЯ:

- **Содержательная область оценки:** науки о Земле и Вселенной
- **Компетентностная область оценки:** интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
- **Контекст:** глобальный
- **Уровень сложности:** средний
- **Формат ответа:** задание на установление соответствия
- **Объект оценки:** анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
- **Максимальный балл:** 1
- **Способ проверки:** программный

Система оценивания:		
Балл	Содержание критерия	
1	В выпадающем меню выбрано:	
	Скорость вращения винта марсианского вертолета	Больше
	Размеры винта марсианского вертолета	Больше
0	Другой ответ, или ответ отсутствует.	

# Задания по естественнонаучной грамотности доступны в следующих источниках:

- Портал РЭШ (Российская электронная школа)  
<https://fg.resh.edu.ru/>
- Портал «Единое содержание общего образования»: Функциональная грамотность  
[https://edsoo.ru/Funkcionalnaya\\_gramotnost.htm](https://edsoo.ru/Funkcionalnaya_gramotnost.htm)
- Открытые задания PISA на сайте Центра оценки качества образования  
[http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_sl.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html)
- **Естественно-научная грамотность. Сборник эталонных заданий. Выпуски 1 и 2: учеб. пособие для общеобразовательных организаций / под ред. Г. С. Ковалёвой, А. Ю. Пентина. — М. ; СПб. : Просвещение, 2020, 2021.**





**ФИОКО**

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

**Благодарю за внимание!**

**fioco.ru**