

---

# Мониторинг формирования естественнонаучной грамотности

Подготовка к исследованию PISA 2021-2024



# Что такое естественнонаучная грамотность?

---

Естественнонаучная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с применением достижений естественных наук, 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 компетенций:

- научно объяснять явления;

- понимать основные особенности естественнонаучного исследования;

- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

# Естественнонаучная грамотность!

---

Основная цель школьного естественнонаучного образования в большинстве стран

Это не синоним естественнонаучных знаний и умений.  
Это знания и умения – в действии!

И не просто в действии,  
а в действии применительно  
к реальным задачам

## *В чем разница между традиционным подходом и естественнонаучной грамотностью?*

---

### Традиционный вопрос

Из каких элементов состоит клетка?

Сформулируйте 1-й закон Ньютона

Напишите формулу, устанавливающую связь между скоростью, периодом и длиной звуковой волны.

### Вопрос по естественнонаучной грамотности

На какой элемент клетки воздействуют ученые, чтобы изменить наследуемые признаки организма?

Почему надо обязательно пристегиваться в автомобиле?

Как и через какое время мы можем узнать о землетрясении, произошедшем за тысячи километров?

ТАШКЕНТ, 14 фев – РИА Новости. Житель одного из сел Ферганской области на востоке Узбекистана во время ремонта дома обнаружил скелет животного, похожего на динозавра, сообщает в четверг газета парламента и правительства страны ["Народное слово"](#).

---



# Модель естественнонаучной грамотности



# Почему естественнонаучная грамотность — это гражданская характеристика?

В качестве примера, вот какие вопросы предлагается исследовать школьникам в ряде заданий PISA:



# РАЦИОНАЛЬНОЕ РЫБОВОДСТВО

6

7

PISA 2015

### Рациональное рыбководство

Вопрос 1 / 4

Прочитайте текст, расположенный ниже. Для ответа на вопрос используйте метод «Перечитать и оставить».


На схеме показан проект экспериментального рыбного хозяйства с тремя большими бассейнами. Отфильтрованная соленая вода забирается из океана, переходит из одного бассейна в другой и снова возвращается в океан. Основная цель рыбного хозяйства – выращивание морского языка и его отлов экологически рациональным способом.

- **Морской язык.** Выращиваемая рыба. Его любимая пища – морские черви.

В хозяйстве также будут использоваться следующие организмы:

- **Микроводоросли.** Микроскопические организмы, которым для роста нужны только свет и питательные вещества.
- **Морские черви.** Беспозвоночные, питаются микроводорослями, они очень быстро растут.
- **Моллюски.** Организмы, питающиеся микроводорослями и другими мелкими организмами в воде.
- **Стерляки.** Трва, поглощающая питательные вещества и отходы из воды.

Исследователям необходимо решить, в какой бассейн следует поместить каждый организм. Перетащите каждый из следующих организмов в соответствующий бассейн, чтобы обеспечить питание морского языка и возвращение соленой воды в неизменном виде. Микроводоросли уже находятся в нужном бассейне.



1

В этом бассейне вода возвращается в океан.

В этом бассейне поступает вода из океана.

Питательные вещества добавляются в этот бассейн.

В этом бассейне вода очищается.

В этом бассейне повисит рыба.

Филтеры позволяют только микроводорослям перемещаться в рыбное хозяйство с морской водой.

Морской язык

Морские черви

Моллюски

Стерляки

**Комментарий эксперта.** Приведенное задание из блока «Рациональное рыбководство» оказалось самым сложным для российских учащихся из всех заданий PISA-2015 по естественнонаучной грамотности (уровень б). В этом вопросе учащимся предлагается продемонстрировать понимание того, что такое система, и какую роль играют разнородные организмы в данной системе. Для того чтобы дать правильный ответ, учащийся должен понять цель рационального рыбного хозяйства, назначение каждого из трех резервуаров и то, какие организмы наиболее пригодны для выполнения тех или иных функций. Учащиеся должны полностью использовать информацию, которая содержится во введении и схеме, а также в ссылке под схемой. Дополнительным компонентом, который увеличивает сложность задания, является открытый характер задачи. Каждый из четырех организмов может быть помещен в каждый из трех резервуаров, причем нет ограничений на количество организмов в каждом резервуаре. Вследствие этого существует много способов сделать все неправильно. В этой специфике задания состоит одна из причин низкого результата российских учащихся и учащихся многих других стран. Другая, не менее существенная причина заключается в очень сложно устроенном условии задания. Учащемуся нужно прочитать этот состоящий из многих разнородных элементов текст и обращаться к соответствующей информации из текста при выполнении задания. Особую трудность для российских учащихся составляет здесь работа с такой формой представления информации, как схема установки, поскольку этот вид деятельности слабо представлен в нашей школе. Возможно, в учебниках физики или химии и имеется немало схем, но почти отсутствуют задания по работе с ними.

**Содержание:** Живые системы

**Компетенция:** Научное объяснение явлений

**Контекст:** Местный/национальный

**Область применения:** Природные ресурсы

**Уровень сложности:** 6 уровень

**Результат России:** 6%

**Средний международный результат:** 5%



# Три основные компетенции, характеризующих естественнонаучную грамотность

---

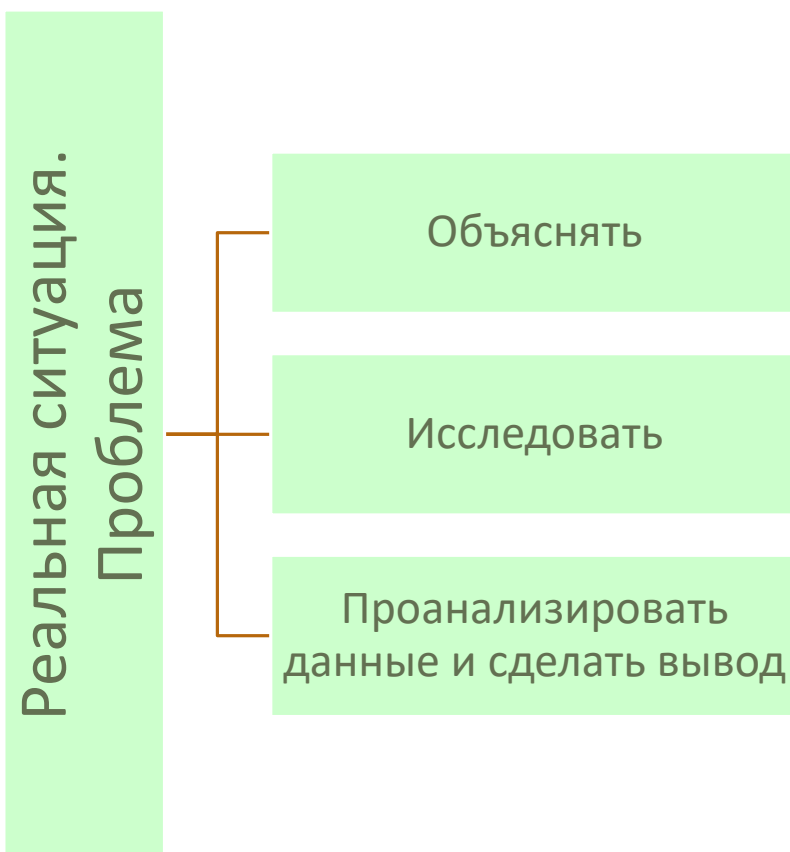
Объяснение естественнонаучных явлений на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозирование изменений.

Распознавание научных вопросов и понимание основных особенностей естественнонаучного исследования.

Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

# Основные компетенции естественнонаучной грамотности

---



*Основное требование к заданиям по  
оцениванию и формированию  
естественнонаучной грамотности*

---

Эти задания нацелены на проверку умений, характеризующих естественнонаучную грамотность, но при этом должны основываться **на ситуациях, которые можно назвать жизненными, реальными или просто интересными ребятам.**

## *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:

умение, на оценивание которого направлен вопрос;

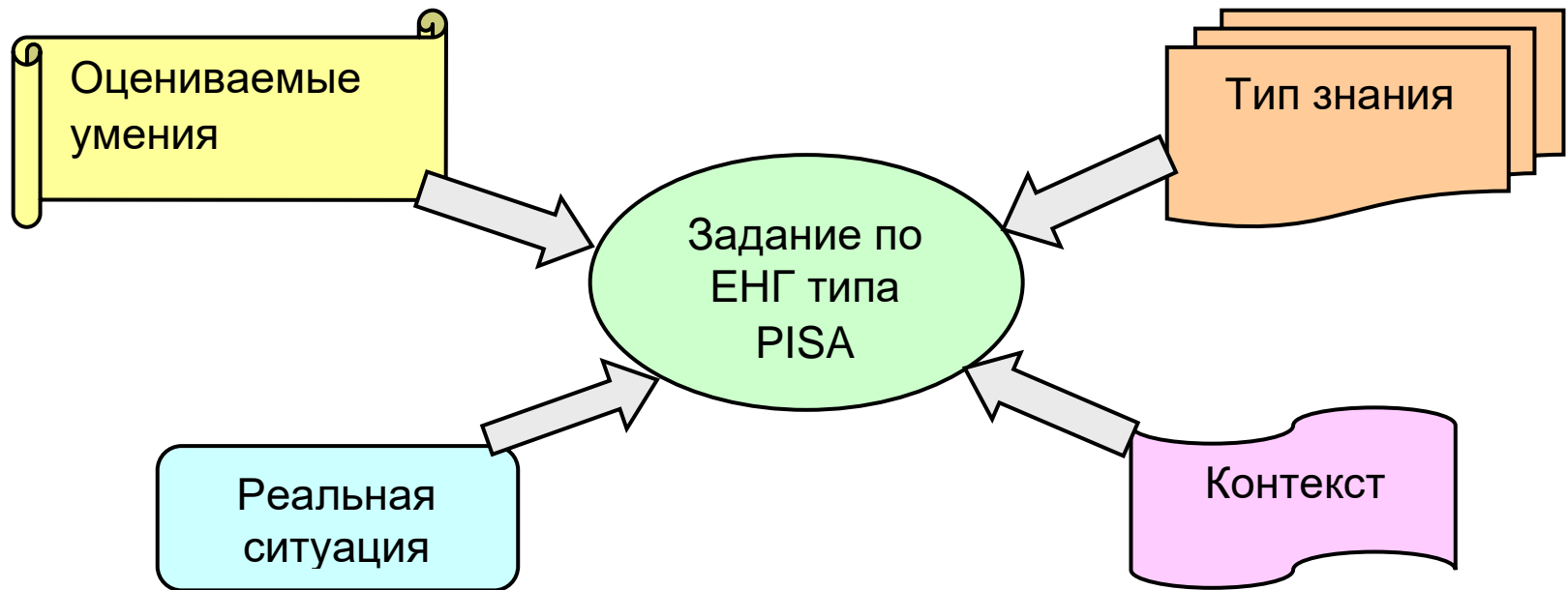
тип естественнонаучного знания, затрагиваемый в вопросе;

контекст;

познавательный уровень (или степень трудности) вопроса.

# Модель заданий по оцениванию естественнонаучной грамотности

---



?

# 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.

# 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 объяснения 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.



В этом задании рассматривается явление, которое называется синдром 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.

---

***Компетенция***

Научное объяснение явлений

***Тип знания***

Содержательное знание: живые системы

***Контекст***

Окружающая среда; местный/национальный

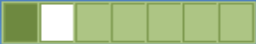




***Познавательный уровень***

Средний

***Формат вопроса***

С открытым ответом

Учащимся предлагается выбрать один из трех вариантов в каждом выпадающем меню:  
гибель пчелиных семей;  
концентрация имидаклоприда в пище;  
невосприимчивость пчёл к имидаклоприду.

**PISA 2015**     

### Синдром гибели пчелиных семей

Вопрос 2 / 5

*Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Выберите в выпадающих меню правильное завершение предложения.*

Опишите проведённый учёными эксперимент, дополнив следующее предложение.

Учёные изучили влияние

Выберите

на

Выберите

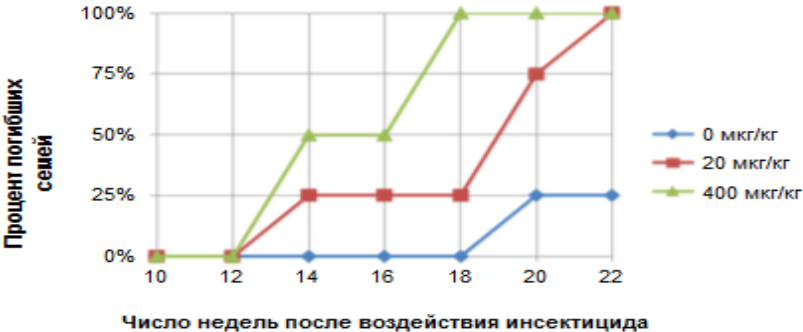
### СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

#### Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:



Число недель после воздействия инсектицида	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

Правильный ответ, состоит в том, что ученые изучали влияние *концентрации имidakлоприда в пище* на *гибель пчелиных семей*, и такой ответ указывает на то, что учащийся правильно идентифицирует независимые и зависимые переменные в данном эксперименте.

---

### ***Группа умений***

Применение методов естественнонаучного исследования

### ***Тип знания***

Процедурное знание

### ***Контекст***

Окружающая среда; местный/национальный

### ***Познавательный уровень***

Средний

### ***Формат вопроса***

Со сложным множественным выбором ответа

Этот вопрос требует интерпретации графика с данными о взаимосвязи между концентрацией применяемого инсектицида и временем, через которое погибают пчелиные семьи. Таким образом, этот вопрос направлен на оценивание умения, относящегося к группе «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов».

PISA 2015

### Синдром гибели пчелиных семей

Вопрос 3 / 5

Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Какой из приведённых ниже выводов соответствует результатам, показанным на графике?

- Семьи, подвергшиеся воздействию большего количества имидаклоприда, обычно гибнут быстрее.
- Семьи, подвергшиеся воздействию имидаклоприда, гибнут в течение 10 недель после воздействия.
- Воздействие имидаклоприда в количестве, меньшем 20 мкг/кг, не вредит семьям.
- Семьи, подвергшиеся воздействию имидаклоприда, не проживают дольше 14 недель.

### СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

#### Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:

График показывает процент погибших семей (Y-ось) в зависимости от числа недель после воздействия инсектицида (X-ось). Три линии представляют разные концентрации инсектицида: 0 мкг/кг (синяя линия с ромбами), 20 мкг/кг (красная линия с квадратами) и 400 мкг/кг (зеленая линия с треугольниками). Все линии начинаются на 0% на 10-й неделе. К 12-й неделе все линии остаются на 0%. На 14-й неделе линия для 400 мкг/кг поднимается до 50%, линия для 20 мкг/кг до 25%, а линия для 0 мкг/кг остается на 0%. На 16-й неделе линия для 400 мкг/кг остается на 50%, линия для 20 мкг/кг поднимается до 25%, а линия для 0 мкг/кг остается на 0%. На 18-й неделе линия для 400 мкг/кг поднимается до 100%, линия для 20 мкг/кг остается на 25%, а линия для 0 мкг/кг поднимается до 25%. На 20-й неделе линия для 400 мкг/кг остается на 100%, линия для 20 мкг/кг поднимается до 75%, а линия для 0 мкг/кг остается на 25%. На 22-й неделе все три линии достигают 100%.

Число недель после воздействия инсектицида	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	25%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

Правильный ответ – это первый вариант: «Семьи, подвергшиеся воздействию большего количества имидаклоприда, обычно гибнут быстрее». Этот вывод следует из анализа графика, показывающего, что в период с 14-й по 20-ю неделю проведения эксперимента процент гибели пчелиных семей выше при концентрации инсектицида 400 мг/кг в сравнении с 20 мг/кг.

---

### ***Группа умений***

Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов

### ***Тип знания***

Процедурное

### ***Контекст***

Окружающая среда; местный/национальный

### ***Познавательный уровень***

Средний

### ***Формат вопроса***

С простым множественным выбором ответа

# ИССЛЕДОВАНИЕ СКЛОНОВ ДОЛИНЫ

PISA 2015


Исследование склонов долины  
Вопрос 1 / 4

Прочитайте текст "Сбор данных", расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Почему, исследуя различия растительности на разных склонах, учащиеся разместили по два прибора каждого типа на каждом склоне?

ИССЛЕДОВАНИЕ СКЛОНОВ ДОЛИНЫ  
Сбор данных

Учащиеся размещают по два экземпляра каждого из трёх следующих приборов на каждом склоне, как показано ниже.

-  Датчик солнечного излучения: измеряет количество солнечной энергии в мегаджоулях на квадратный метр (МДж/м<sup>2</sup>)
-  Датчик влажности почвы: измеряет количество воды в процентах от объема почвы
-  Дождемер: измеряет количество осадков в миллиметрах (мм)



**Комментарий эксперта.** Приведенное задание относится к среднему уровню сложности. Учащимся предлагается объяснить выбранную процедуру научного исследования, описанного в этом блоке заданий. Для этого им надо продемонстрировать понимание того, чем обосновано проведение двух независимых измерений изучаемого явления. Знание этого обоснования и оценивается с помощью данного вопроса, относящегося к компетенции «применение методов естественнонаучного исследования». Здесь принимались ответы, в которых назывались преимущества использования более чем одного измерительного инструмента на каждом склоне, например, учет разницы в условиях на одном и том же склоне, повышение точности измерений для каждого склона. Здравый смысл помог более чем 50% российских учащихся дать приемлемые ответы на этот несложный вопрос. Вместе с тем значительный процент учащихся, не давших подходящего объяснения, свидетельствует о том, что при изучении естественнонаучных предметов не уделяется достаточного внимания вопросам методологии научного исследования, методам повышения достоверности и точности получаемых данных. Затруднения многих наших учащихся связаны также с необходимостью дать развернутый и обоснованный письменный ответ.

**Содержание:** Земля и космические системы  
**Компетенция:** Применение методов естественнонаучного исследования  
**Контекст:** Местный/национальный  
**Область применения:** Природные ресурсы  
**Уровень сложности:** 3 уровень  
**Результат России:** 54%  
**Средний международный результат:** 48%

# Основные задачи национального мониторинга ЕНГ

---

## Задача 1:

Разработка КИМ для систематического мониторинга ЕНГ во всех классах основной школы.

## Задача 2:

Создание первичного банка учебных заданий для формирования и диагностики ЕНГ



# 1 этап

---

Описание общих подходов к разработке измерительных материалов (учебных заданий) для диагностики ЕНГ в 5 и 7 классах.

Разработка учебных заданий для 5 и 7 классов.

# Основные проблемы разработки КИМ для 5 и 7 классов

---

Адаптация концепции ЕНГ и модели заданий PISA к условиям использования в 5 и 7 классах.

Определение содержательной базы (знания, умения, опыт) для разработки КИМ: соотношение школьной и внешкольной составляющих.

# Меняется ли понимание ЕНГ применительно к 5 классу?

---

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;**

**понимать основные особенности естественнонаучного исследования;**

**интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.**

Применительно к младшему подростковому возрасту понимание ЕНГ в меньшей степени адресуется к гражданской позиции, но зато в большей степени – к природной любознательности и исследовательским склонностям учащихся этой возрастной группы.

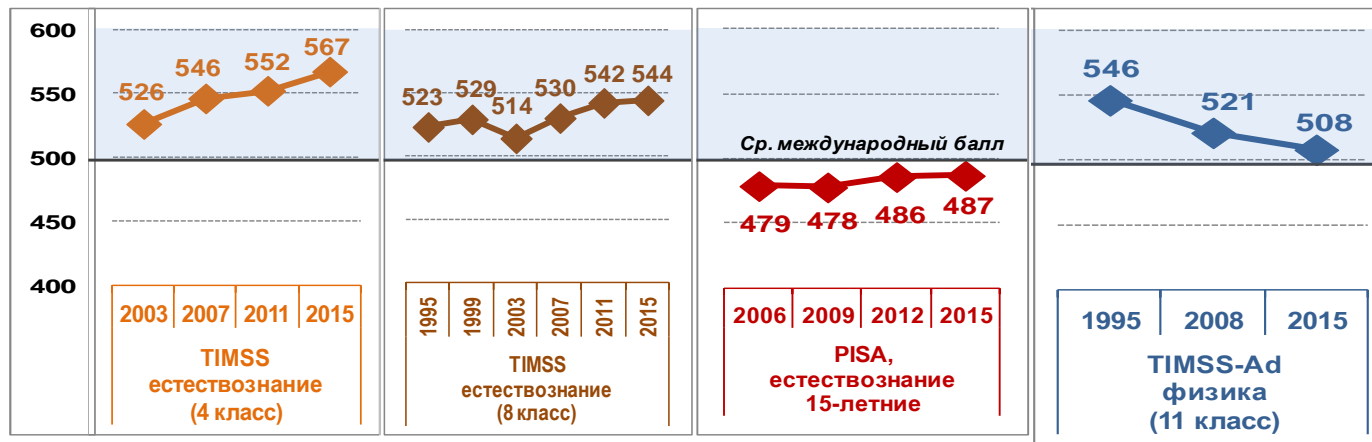
---

Самая трудная проблема:

*На какое содержание опираться при разработке заданий для 5 класса?*

# Динамика результатов российских учащихся за период с 1995 по 2015 годы

**TIMSS**  
**2015**



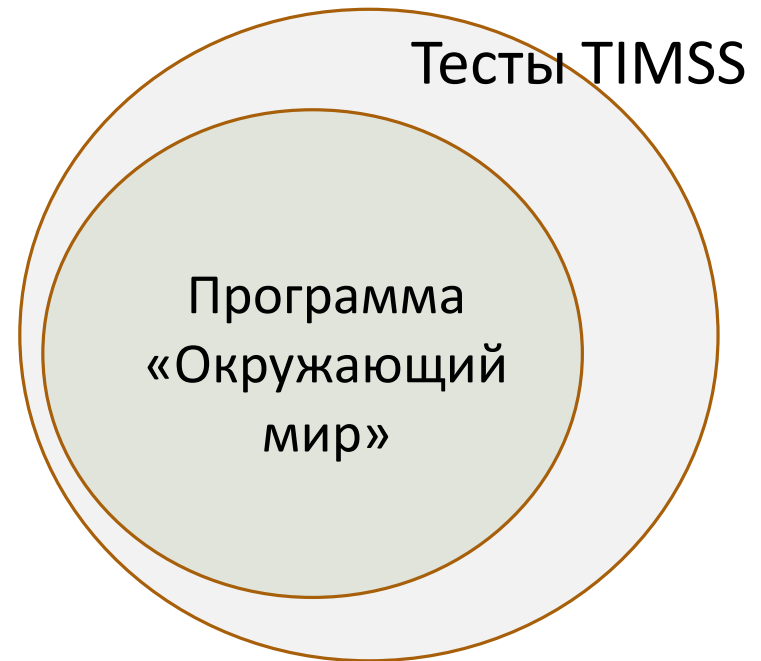
# У них спрашивают то, чему их не учат. И они отвечают!

---

1. В программе «Окружающий мир» нет примерно 40% того, что есть в тестах TIMSS:

- практически нет физики и химии;
- не рассматриваются вопросы размножения и наследственности.

2. Объем российской программы (около 50 часов в 4 классе) примерно вдвое меньше, чем в Сингапуре, Корее и Японии, и втрое меньше, чем в Португалии.



## Из требований TIMSS по естествознанию к учащимся 4 класса

Сравнивать и классифицировать объекты и материалы по их физическим свойствам (вес/масса, объем, агрегатное состояние вещества, способность проводить тепло или электричество, плавает или тонет в воде).

Знать свойства металлов (электропроводность, теплопроводность) и связывать эти свойства с использованием металлов.

---

Приводить примеры смесей и объяснять, как их можно разделять физическими методами (используя просеивание, фильтрацию, испарение или магнитное притяжение).

Знать способы увеличения скорости растворения вещества в данном количестве воды (повышение температуры, перемешивание, увеличение площади поверхности) и сравнивать концентрации двух растворов с разным количеством растворителя или растворяемого вещества.

Узнавать наблюдаемые превращения веществ, в результате которых образуются новые вещества с другими свойствами (гниение, горение, ржавление, варка).

Соотносить знакомые физические явления (образование тени, отражение, радуга) со свойствами света.

Знать, что колеблющиеся объекты могут создавать звук.

Знать, что магниты имеют северный и южный полюсы и что одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются.

Знать, что электрическая энергия в электрической цепи может быть преобразована в другие формы энергии, например, свет и звук.

Объяснять, что для работы простых электрических систем, например, ручного фонарика, необходима замкнутая электрическая цепь.

Знать, что действие сил (толкает, тащит) может изменять движение объекта, и сравнивать действие сил разной величины, когда они направлены в одном и том же или противоположных направлениях.

# Для дополнительной информации



BOSTON  
COLLEGE



Международный координационный центр исследования TIMSS – <http://timss2015.org/>  
тел.: +1-617-552-1600 – Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin – международные координаторы  
(электронная почта – [timss@bc.edu](mailto:timss@bc.edu))

Организация Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) – [www.oecd.org/edu/pisa](http://www.oecd.org/edu/pisa)

Центр оценки качества образования ИСРО РАО –  
<http://centeroko.ru>  
тел.: +7-495-621-76-36 – Ковалева Галина Сергеевна –  
национальный координатор России (электронная  
почта – [centeroko@mail.ru](mailto:centeroko@mail.ru))

Скриншот веб-сайта Центра оценки качества образования (ЦОКО) ИСРО РАО. В браузере отображается страница с адресом centeroko.ru. Вверху сайта размещены названия: Министерство образования и науки Российской Федерации, Институт стратегии развития образования Российской академии образования, Центр оценки качества образования. В центре страницы есть две новости: от 06.12.2016 о размещении результатов международной программы PISA 2015 года, и от 30.11.2016 о размещении результатов международного исследования по оценке качества математического и естественнонаучного образования TIMSS 2015 года. В левом меню перечислены разделы: О Центре ОКО, Исследования, Публикации, Новости, Оценка читательской грамотности выпускников начальной школы, Методологический семинар РАО, Введение ФГОС в начальной школе, Международная. В нижней части страницы описаны функции центра: разработка методик, проведение исследований, мониторинг качества образования, участие в международных исследованиях.



Спасибо за  
внимание!

Александр Пентин  
[rentin@mail.ru](mailto:rentin@mail.ru)