

**Технологические основы  
формирования и развития  
естественнонаучной грамотности**



**Александр Александрович Гилев,**

**к.ф.-м.н., доцент кафедры  
физико-математического образования**

## 1. ЕНГ и ее структура.

В системно-деятельностном подходе, лежащим в основе современного ФГОС, акцент в содержании общего образования с усвоения знаний перенесен на осуществление различных видов деятельности. Это означает определение результатов обучения в деятельностной форме:

умение решать задачи, излагать мысли, анализировать соотношения и закономерности, осуществлять поиск и переработку информации, сравнивать объекты, умение грамотно выразить свои мысли, способность самостоятельно приобретать новые знания и умения, способность к саморазвитию и т.д.

**Естественнонаучная грамотность** – степень способности использовать естественнонаучные знания для понимания процессов и явлений в окружающем мире, для обнаружения и решения практических проблем в результате обработки исходной информации.

**Естественнонаучная грамотность** – способность использовать естественнонаучные знания для выделения в реальных ситуациях проблем, которые могут быть исследованы и решены с помощью научных методов, для получения выводов, основанных на наблюдениях и экспериментах.

**Естественнонаучная грамотность** рассматривается как цель общего образования, достижение которой обеспечит выпускника школы навыками по обработке информации, решению практических проблем и задач в условиях информационной неопределенности, и позволит в дальнейшем выпускнику школы полноценно функционировать в современном обществе.

**Естественнонаучная грамотность** включает следующие

компоненты:

1. Общеучебные умения, формируемые в рамках естественнонаучных предметов.
2. Естественнонаучные понятия.
3. Ситуации, в которых используются естественнонаучные знания.

**Цель исследования PISA - комплексная проверка этих умений, понятий и ситуаций.**

Основное внимание уделяется проверке умений:

- выделять из предложенных вопросов те, на которые естественные науки могут дать ответ;
- делать научно обоснованные выводы на основе предложенной информации и др.

## 2. Модель ЕНГ

В исследованиях PISA 2015 была сформирована модель естественнонаучной грамотности.

### Модель естественнонаучной грамотности исследования PISA-2015

От учащихся требуется продемонстрировать компетенции в определенном контексте

#### Контексты

Личные, местные/национальные и глобальные проблемы, как современные, так и исторические, которые требуют понимания вопросов науки и технологий.

#### Компетенции

Способность научно объяснить явления, применять методы естественнонаучного исследования, интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

Знания и отношение определяют результаты учащихся

#### Отношение

Отношение к науке, которое характеризуется интересом к науке и технологиям, пониманием ценности научного изучения вопросов, там, где это необходимо, и осведомленностью о проблемах окружающей среды, а также осознанием важности их решения.

#### Знания

Понимание основных фактов, идей и теорий, образующих фундамент научного знания. Такое знание включает в себя знание о природе и технологиях (знание содержания), знание о методах получения научных знаний (знание процедур), понимание обоснованности этих процедур и их использования (методологическое знание).

## Проверяемые виды деятельности

**В качестве основных для оценки включены следующие общепредметные умения:**

- 1** - распознавать вопросы, идеи или проблемы, которые могут быть исследованы научными методами (10-15%);
- 2** - выделять информацию (объекты, факты, экспериментальные данные и др.), необходимую для нахождения доказательств или подтверждения выводов при проведении научного исследования (15-20%);
- 3** - делать вывод (заключение) или оценивать уже сделанный вывод с учетом предложенной ситуации (15-20%);
- 4** – демонстрировать коммуникативные умения: аргументированно, четко и ясно формулировать выводы, доказательства и др.(10-15%);
- 5** - демонстрировать знание и понимание естественнонаучных понятий (40-50%).

## **Проверяемое содержание (основные понятия)**

Для проверки отобраны понятия, овладение которыми необходимо в повседневной жизни и которые остаются актуальными в дальнейшей жизни как отдельного человека, так и всего общества.

- **структура и свойства вещества** (теплопроводность, электрическая проводимость);
- **атмосферные изменения** (излучение, передача давления);
- **химические и физические изменения** (состояния вещества, скорость реакции, распад);
- **преобразования энергии** (сохранение энергии, рассеяние энергии, фотосинтез);
- **силы и движение** (уравновешенные/неуравновешенные силы, скорость, ускорение, инерция);
- **строение и функция** (клетка, скелет, адаптация);
- **биология человека** (здоровье, гигиена, питание);
- **физиологические изменения** (гормоны, нейроны);
- **биологическое разнообразие** (виды, гены, эволюция);
- **генетический контроль** (доминантность, наследственность);
- **экосистемы** (пищевая цепь, устойчивость);
- **Земля и ее место во Вселенной** (солнечная система, суточные и сезонные изменения);

### 3. Уровни ЕНГ

В исследованиях PISA были сформированы проявляемые учащимися уровни ЕНГ.

Описание уровней естественнонаучной грамотности в исследовании PISA-2015

Уровень	Нижняя граница уровня	Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественнонаучной грамотности
6	708	Учащиеся, достигшие 6 уровня, могут опираться на целый ряд взаимосвязанных естественнонаучных идей и понятий из области физики, биологии, географии и астрономии и использовать знания содержания, процедур и методов познания для формулирования гипотез относительно новых научных явлений, событий и процессов или для формулирования прогнозов. При интерпретации данных и использовании научных доказательств они способны отличать относящуюся к теме информацию от не относящейся и способны опираться на знания, полученные ими вне обычной школьной программы. Они могут различать аргументы, которые основаны на научных данных и теориях, и аргументы, основанные на других соображениях. Учащиеся, достигшие 6 уровня, могут дать оценку альтернативным способам проведения сложных экспериментов, исследований и компьютерного моделирования и обосновать свой выбор.
5	633	Учащиеся, достигшие 5 уровня, могут использовать абстрактные естественнонаучные идеи или понятия, чтобы объяснить незнакомые им и более сложные, комплексные, явления, события и процессы, включающие в себя несколько причинно-следственных связей. Они могут применять более сложные знания, связанные с научным познанием, для того, чтобы дать оценку различным способам проведения экспериментов и обосновать свой выбор, а также способны использовать теоретические знания для интерпретации информации или формулирования прогнозов. Учащиеся, достигшие 5 уровня, могут оценить различные способы исследования предложенного им вопроса с научной точки зрения и видеть ограничения при интерпретации данных, включая источники погрешностей и неопределенностей в научных данных.



4	559	Учащиеся, достигшие 4 уровня, могут использовать более сложные или более абстрактные знания, которые им либо предоставлены, либо они их вспомнили, для объяснения достаточно сложных или не совсем знакомых ситуаций и процессов. Они могут проводить эксперименты, включающие две или более независимые переменные, для ограниченного круга задач. Они способны обосновать план эксперимента, опираясь на элементы знаний о процедурах и методах познания. Учащиеся, достигшие 4 уровня, могут интерпретировать данные, относящиеся к не слишком сложному набору данных, или в не вполне знакомых контекстах, получать выводы, вытекающие из анализа данных, приводя обоснование своих выводов.
3	484	Учащиеся, достигшие 3 уровня, могут опираться на не очень сложные знания для распознавания или построения объяснений знакомых явлений. В менее знакомых или более сложных ситуациях они могут строить объяснения, используя подсказки. Опираясь на элементы содержательных или процедурных знаний, они способны выполнить простой эксперимент для ограниченного круга задач. Учащиеся, достигшие 3 уровня, способны провести различие между научным и ненаучным вопросами и привести доказательства для научного утверждения.
2	410	Учащиеся, достигшие 2 уровня, могут опираться на знания повседневного содержания и базовые процедурные знания для распознавания научного объяснения, интерпретации данных, а также распознать задачу, решаемую в простом экспериментальном исследовании. Они могут использовать базовые или повседневные естественнонаучные знания, чтобы распознать адекватный вывод из простого набора данных. Они демонстрируют базовые познавательные умения, распознавая вопросы, которые могут изучаться естественнонаучными методами.
1	335	Учащиеся, достигшие 1 уровня, могут использовать повседневные содержательные и процедурные знания, чтобы распознавать объяснение простого научного явления. При поддержке они могут выполнять по заданной процедуре исследования не более чем с двумя переменными. Они способны видеть простые причинно-следственные или корреляционные связи и интерпретировать графические и другие визуальные данные, когда для этого требуются умения низкого уровня. Они могут выбрать лучшее научное объяснение для представленных данных в знакомых ситуациях, относящихся к личному, местному и глобальному контекстам.

#### **4. Развитие ЕНГ – возможные изменения в структуре урока:**

Необходимо усиление практико-ориентированного содержания уроков физики, химии, биологии.

Методы практико-ориентированного обучения этим предметам в основной и средней школе.

Необходимость перестройки структуры лабораторного практикума. Объекты учебных лабораторных исследований – в том числе части современных функционирующих устройств, объекты и явления окружающего мира.

## 5. Технологии развития ЕНГ.

Технологии учебного эксперимента. Роль наблюдения и опыта в учебном исследовании. Использование методов научных исследований в физике, химии и биологии основной и средней школы.

Метод исследовательских проектов.

Наибольшее отставание российские школьники в исследовании PISA проявили по компетенции **«применение методов естественнонаучного исследования»**.

В нашем образовательном процессе недостаточно внимания уделяется формированию таких умений, как

- постановка задачи исследования,
- выдвижение научных гипотез и предложение способов их проверки,
- определение плана исследования и интерпретация его результатов,
- использование приемов, повышающих надежность получаемых данных.

## **6. Факторы влияния на результаты естественнонаучного образования.**

Результаты обучения естественным наукам, как и другим предметам, зависят от того, как преподаются эти предметы. Влияние различных факторов на полученные результаты изучалось в рамках пяти моделей:

**«Ресурсы и учебные практики»,**

**«Образовательная среда школы»,**

**«Управление, оценка и отчетность»,**

**«Отбор и формирование групп учащихся»,**

**«Инвестиции в образование».**

Значимость именно этих моделей и их основные характеристики были установлены на предыдущих этапах исследования PISA. Ниже схематически описаны некоторые из этих моделей и отдельные выявленные закономерности.

## ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: РЕСУРСЫ И УЧЕБНЫЕ ПРАКТИКИ



## Выявленные закономерности в использо- вании учебных практик

### Лучшие результаты дают стратегии:

- *обучение, где доминирует учитель, – «Учитель объясняет материал»*
- *обучение на основе обратной связи – обратная связь, идущая от учителя к ученику и обратно и соотносящаяся с учебными целями и стратегиями*
- *адаптивное обучение – «Учитель планирует урок с учетом уровня подготовки и потребностей класса»*
- *обучение на основе исследовательской деятельности – «Учитель поясняет связь знаний с различными явлениями»*

### Снижение среднего балла сопряжено с:

- частым использованием дискуссий и дебатов

## **7. Практические занятия. Примерное содержание:**

**Анализ результатов исследований естественнонаучной грамотности в рамках PISA.**

**Формирование структуры и содержания лабораторного физического, химического практикума основной и средней школы. Лабораторные и практические задачные ситуации для формирования диагностических средств.**

**Проектирование разноуровневых лабораторных и практических задач для развития естественнонаучной грамотности на примере конкретных практических ситуаций:**

**реальные ситуации** связаны с актуальными проблемами, которые возникают в личной жизни каждого человека (например, использование продуктов при соблюдении диеты), в жизни человека как члена какого-либо коллектива или общества (например, определение места электростанции относительно города) или как гражданина мира (например, осмысление последствий глобального потепления).

**Возможно использование ситуаций современных производств и использования современной бытовой техники.**

**Пример 1:** Особенности работы гибридного автомобильного двигателя (действия: подбор проблемы, ее описание, анализ технического текста; результат действий: понимание принципов функционирования двигателя, осознание проблем разработки и производства аккумуляторных батарей).

**Пример 2:** Физические принципы, лежащие в основе работы современных LED устройств, особенности массового производства (экологический и экономический аспекты), проблема цветопередачи, использование LED для обработки и визуализации информации.

**Пример 3.** Композиционные материалы. Получение и использование материалов с заданными свойствами.