

2021 год. Школа современного учителя физики

---

Умения, характеризующие  
естественнонаучную  
грамотность.

Демидова Марина Юрьевна, д.п.н.



# Функциональная грамотность. Компетентностный подход

Под компетентностным подходом понимают совокупность принципов определения целей образования, отбора содержания образования, организации образовательного процесса и оценки образовательных результатов.

Компетентность включает в себя знания и умения посредством свободного использования наиболее эффективного для данной конкретной ситуации набора из имеющихся в арсенале учащегося знаний-умений.

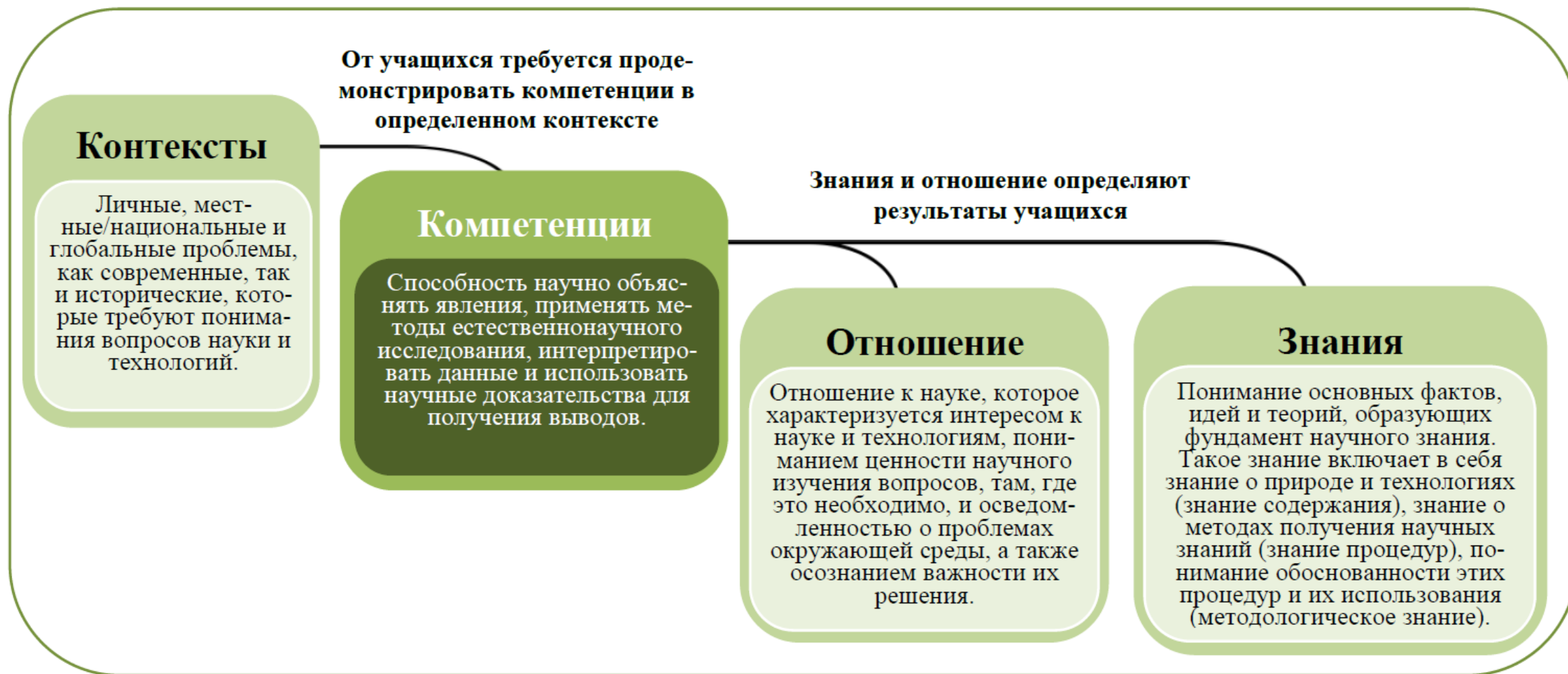
В рамках международного исследования PISA оцениваются несколько видов функциональной грамотности:

- читательская
- математическая
- естественно-научная
- финансовая

Способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с развитием естественных наук и применением их достижений, его готовность интересоваться естественно-научными идеями. Естественно-научно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, имеющих отношение к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетенций:

- научно объяснять явления
- понимать особенности естественно-научного исследования
- научно интерпретировать данные и использовать доказательства для получения выводов

# Модель оценки естественнонаучной грамотности. PISA



# Компетенция: научное объяснение явлений

Познавательные действия:

- вспомнить и применить соответствующие естественно-научные знания.
- распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления.
- сделать и подтвердить соответствующие прогнозы.
- предложить объяснительные гипотезы.
- объяснить потенциальные применения естественно-научного знания для общества.

Могут варьироваться в зависимости от возраста обучающихся

Познавательные действия:

- Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественно-научной работе.
- Различать вопросы, которые возможно естественно-научно исследовать.
- Предложить способ научного исследования данного вопроса.
- Оценить с научной точки зрения предлагаемые способы изучения данного вопроса.
- Описать и оценить способы, которые используют ученые, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений.

Могут варьироваться в зависимости от возраста обучающихся.

# Компетенция: интерпретация данных и использование научных доказательств

Познавательные действия:

- Преобразовать одну форму представления данных в другую.
- Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.
- Распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах.
- Отличать аргументы, которые основаны на научных доказательствах, от аргументов, основанных на других соображениях.
- Оценивать научные аргументы и доказательства из различных источников (например, газета, интернет, журналы)

Могут варьироваться в зависимости от возраста обучающихся.

## Контекст: реальные жизненные ситуации

- 1) Контекст учитывает запас знаний по физике и понимание терминологии науки (для данного класса)
- 2) Для физики выбор контекстов – физические явления в окружающей жизни, принципы работы технических устройств, научные исследования и использование научных достижений
- 3) Возможные группы контекстов для физики:
  - «Процессы и явления в неживой природе»
  - «Современные технологии»
  - «Техника и технологии в быту»
  - «Опасности и риски»
  - «Экологические проблемы»
  - «Использование природных ресурсов».



## Примеры контекстов. Физика, 9 класс

*Процессы и явления в неживой природе:* сейсмические волны, цунами, эхо, реактивное движение, мощности живых «двигателей», полярное сияние, солнечная активность

*Современные технологии:* волоконная оптика, инфракрасная оптика (тепловизор), спектральный анализ в медицине, нанотехнологии; безотходное производство

*Техника и технологии в быту:* ультразвук на страже чистоты, дистанционное измерение температуры, тонометр, пульсометр, бактерицидная УФ-лампа.

*Опасности и риски:* землетрясение, цунами, индивидуальный дозиметр, ультрафиолетовое воздействие, радиоактивное излучение строительных материалов, рентгеновское излучение,

*Экологические проблемы:* шумовое и визуальное загрязнение, электромагнитное загрязнение, загрязнение атмосферы, разрушение озонового слоя, загрязнение почвы, фотохимический смог

*Использование природных ресурсов:* атомная электростанция, солнечные батареи

# Естественно-научное знание

Знаниевая (или тематическая) составляющая представляется двумя блоками:

**1. знание содержания** (определяется для каждого из классов на основе программы по физике).

Приоритет заданий межпредметного характера, затрагивающего знания из разных естественно-научных предметов.

**2. знание процедур** (единый для физики, химии и биологии, т.к. используется единая методология научного познания).

Две составляющие:

- знание о различных методах научного познания (наблюдение, измерение, опыт, моделирование, гипотеза)
- приемы проведения исследований и обработки данных (выбор оборудования, способы увеличения точности измерений и т.д.).

## Блок «Знание процедур»

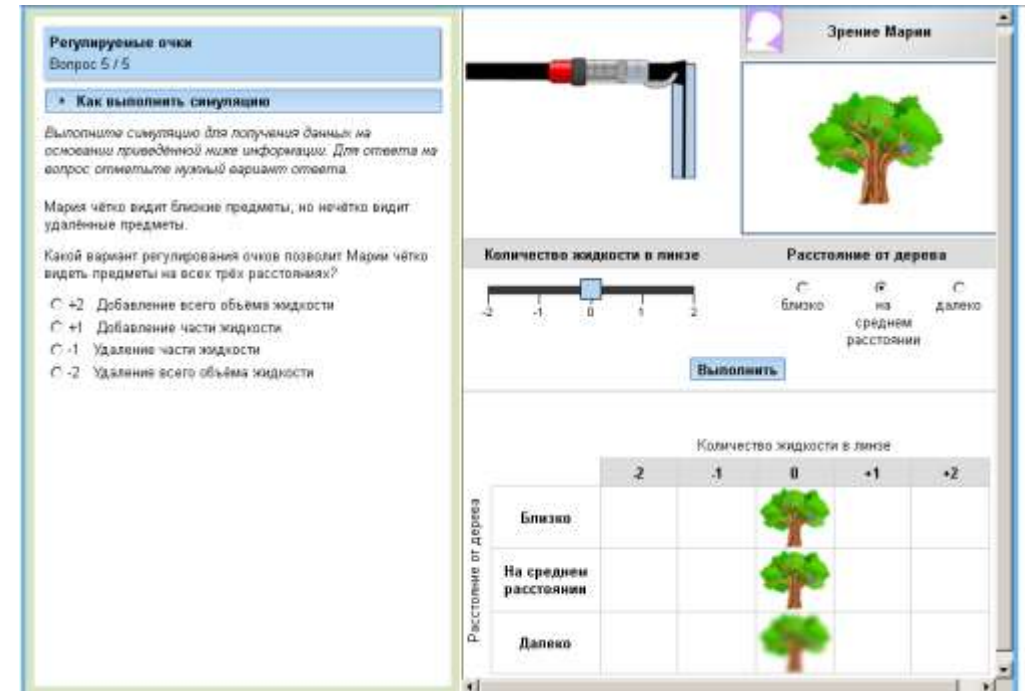
- Методы научного познания: наблюдение, опыт (эксперимент), измерение
- Гипотеза. Превращение гипотезы в научную теорию
- Моделирование явлений и процессов
- **Прямые и косвенные измерения величин**
- Этапы исследования: гипотеза, выбор условий проведения исследования, ход исследования, интерпретация данных, выводы
- Представление данных исследования в таблице, на графике или диаграмме
- Приборы и оборудование для проведения исследований
- **Выбор способа измерения. Запись результата прямого измерения с учетом абсолютной погрешности. Точность измерений**
- **Способы уменьшения погрешности. Использование серии измерений. Среднее значение по результатам нескольких измерений**
- Правила безопасного труда при проведении исследований




# Характеристики задания

Для формирования/оценки естественнонаучной грамотности используются тематические блоки, которые включают описание реальной ситуации и задания, связанные с этой ситуацией.

Каждое из заданий характеризуется следующими признаками:

- компетентность
- естественно-научное знание
- контекст
- уровень сложности



|                      |                       | Количество жидкости в линзе |    |   |    |    |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|----|---|----|----|
|                      |                       | -2                          | -1 | 0   | +1 | +2 |
| Расстояние от дерева | Близко                |                             |    |  |    |    |
|                      | На среднем расстоянии |                             |    |  |    |    |
|                      | Далеко                |                             |    |  |    |    |

|                     |  |
|---------------------|--|
| Номер вопроса       | CS621Q05   |
| Компетенция         | Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов |
| Знание – Система    | Процедура  |
| Контекст            | Личные – Границы   |
| Когнитивный уровень | Средний  |
| Формат вопроса      | С выбором одного правильного ответа – балл определяется компьютерной программой  |

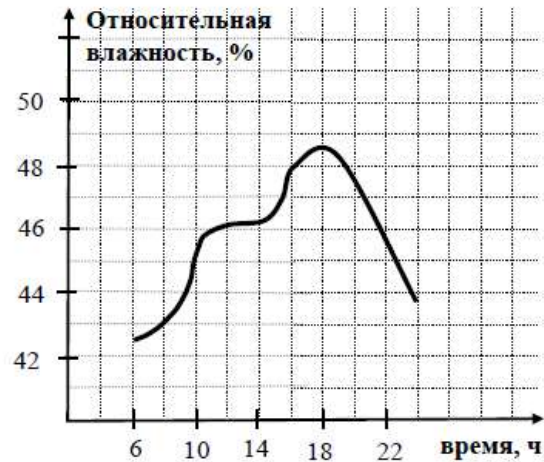
## Микроклимат в музее

Основой для создания исторических произведений искусства служили обычно бумага, древесина, кожа, текстиль, которые относятся к гигроскопичным материалам, хорошо впитывающим и отдающим влагу.

Если относительная влажность воздуха в музее будет меньше 30 %, то выставленные экспонаты будут отдавать свою влагу

окружающему воздуху. Например, картина может покоробиться, краска осыпаться. Поэтому в музеях круглый год обеспечивают при комнатной температуре 18-20 °С относительную влажность воздуха от 45 до 50%.

На графике представлено изменение влажности воздуха в течение дня, а в таблице – замеры температуры в одном из помещений музея.



### Возможный ответ:

1. В промежуток времени с 6 до 10 ч утра относительная влажность и температура были ниже нормы. После 22 ч только относительная влажность была ниже нормы.
2. Возможно в помещении постоянно наблюдается недостаток влаги и необходимо поставить увлажнители (или систему кондиционирования и увлажнения). В течение дня увеличение влажности воздуха и температуры может быть связано с большим наплывом посетителей (дыхание которых увеличивает влажность и температуру).

|                 |    |    |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|----|----|
| Время, ч        | 6  | 10 | 14 | 18 | 22 |
| Температура, °С | 16 | 18 | 20 | 20 | 18 |

1. В какие промежутки времени в помещении музея был нарушен рекомендованный микроклимат?
2. Сформулируйте предположение, которое объясняло бы описанные изменения температуры и влажности в помещении музея в течение дня.

# Пример описания задания

# Пример описания задания

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Проверяемая компетентность          | <b>Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов</b>  |
| Проверяемое познавательное действие | Преобразовать информацию из одной формы представления данных в другую  |
| Контекст – описание ситуации        | Техника и технологии в быту  |
| Знание содержательных элементов     | Относительная влажность воздуха  |
| Знание процедур                     | Представление данных на графиках, диаграммах, в таблицах   |
| Уровень сложности задания           | Средний уровень  |
| Форма задания                       | С развернутым ответом  |
| Описание содержания текста задания  | Описывается ситуация, в которой значимым является мониторинг каких-либо физических величин. Предлагаются данные мониторинга, представленных в двух разных формах, например, график и таблица, таблица и диаграмма и т.п. |

|  |  |
|--|--|
| Описание вопроса задания (действий обучающегося по выполнению задания) | Вычленив диапазон данных, соотнеся информацию, представленную в двух разных формах и предложить гипотеза, объясняющую полученные данные  |
| Максимальный балл  | 2 балла  |
| Описание полного верного ответа  | Выделен верный диапазон данных и предложена гипотеза, объясняющая изменения  |
| Описание подходов к формированию критериев оценивания                  | 2 балла – указан верный диапазон и предложена гипотеза, верно объясняющая изменение данных, представленных в задании.<br>1 балл – указан верный диапазон, но гипотеза не обоснована.<br>0 баллов – другие ответы или ответ отсутствует |

## Интерактивные задания в исследовании PISA

Исследование PISA проводится в компьютерной форме с использованием **интерактивных заданий**.

В них можно выделить две группы:

- Группы заданий, в которых интерактивность служит для оптимального освещения обсуждаемых процессов и явлений.
- Группы заданий, моделирующие проведение исследования.

# Пример задания исследования PISA

## "Голубая" электростанция

Введение

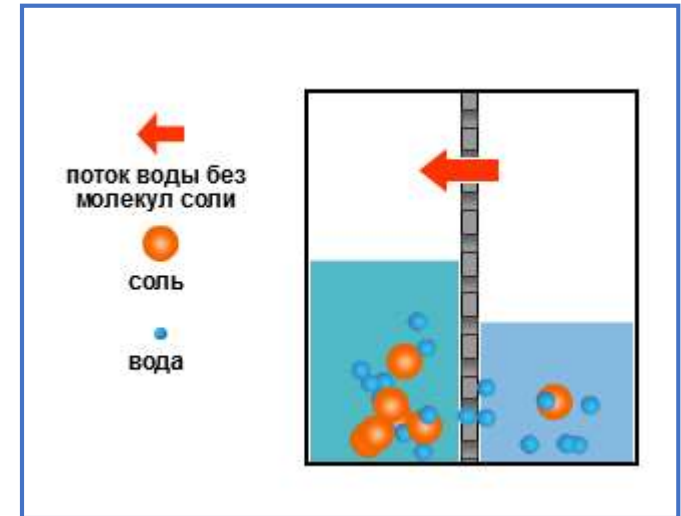
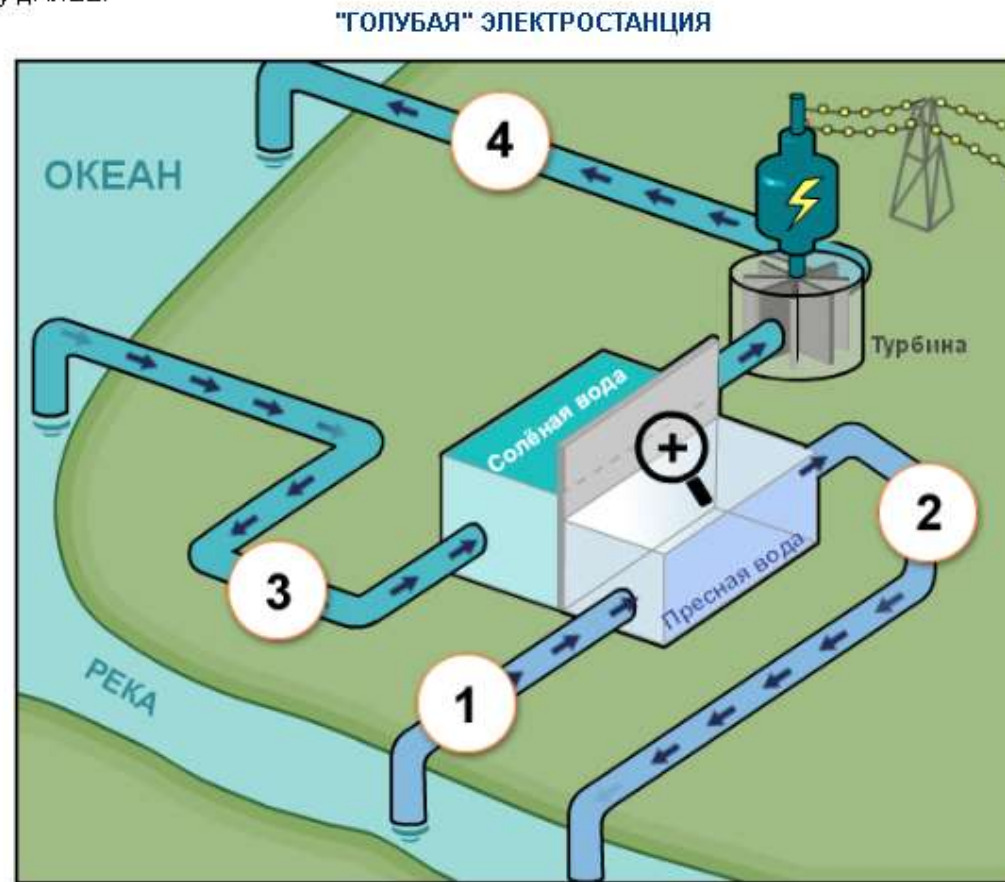
Прочитайте введение. Затем нажмите на стрелку ДАЛЕЕ.

Данная анимация показывает новый вид электростанции, расположенной там, где сходятся пресноводная река и океанская вода. На электростанции для выработки электроэнергии используется разница концентраций соли в двух водоемах. На электростанции пресная вода из реки закачивается через трубу в один резервуар. Солёная вода из океана закачивается в другой резервуар. Два резервуара разделены мембраной, которая пропускает только молекулы воды. Молекулы воды естественным образом проходят через мембрану из резервуара с низкой концентрацией соли в резервуар с высокой концентрацией соли. Это увеличивает объём и давление воды в резервуаре с солёной водой.

Молекулы воды естественным образом проходят через мембрану из резервуара с низкой концентрацией соли в резервуар с высокой концентрацией соли. Это увеличивает объём и давление воды в резервуаре с солёной водой.

Нажмите на увеличительное стекло, чтобы наблюдать движение молекул воды.

Затем вода под высоким давлением в резервуаре с солёной водой проходит по трубе, приводя в движение турбину, вырабатывающую электроэнергию.



Использование  
знаний по физике



# Пример задания исследования PISA

## "Голубая" электростанция

Вопрос 1 / 4

Используйте информацию "Голубая" электростанция", приведённую справа. Для ответа на вопрос отметьте один или несколько вариантов ответа.

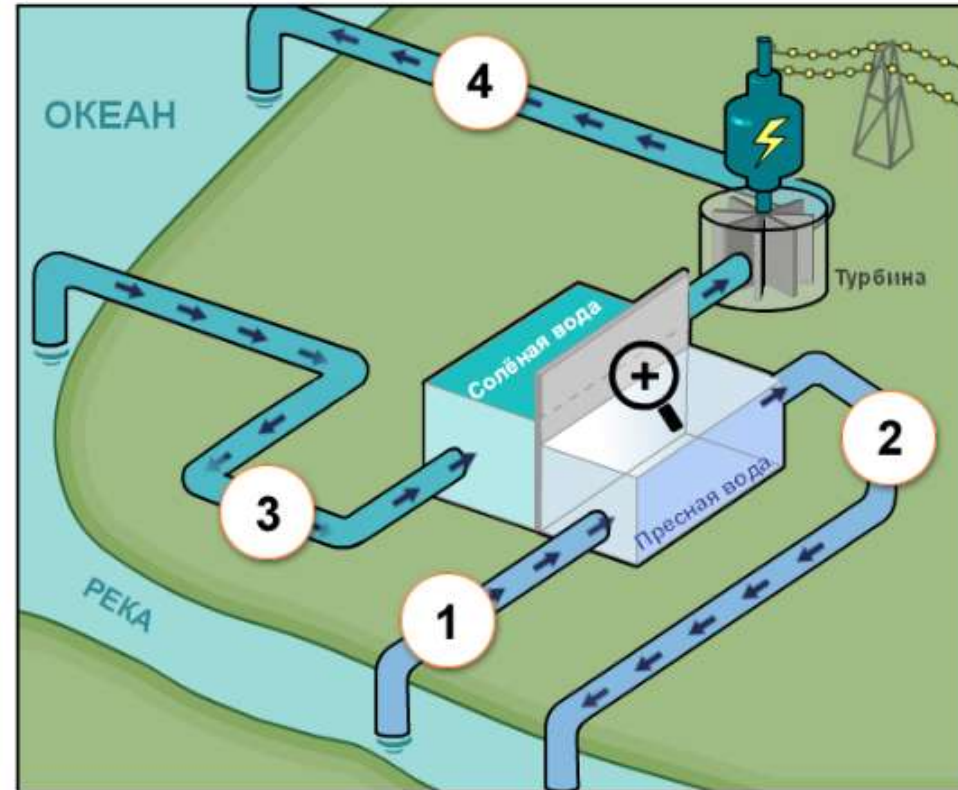
На электростанции цифрами отмечены четыре участка. Вода закачивается из реки в участок 1, отмеченный на экране.

✓ Помните, что можно выбрать **один или более** вариантов ответа.

В каких участках далее по ходу процесса можно обнаружить молекулы воды, которые поступают из реки?

- Участок 2
- Участок 3
- Участок 4

"Голубая" электростанция



Интерпретация данных (схема электростанции). Понимание общего принципа действия электростанции

# Пример задания исследования PISA

PISA 2015

**"Голубая" электростанция**  
Вопрос 2 / 4

Нажмите на увеличительное стекло, чтобы увидеть, что происходит с молекулами воды и растворённой солью в резервуарах. Выберите в выпадающих меню правильное завершение предложения.

В речной воде концентрация соли низкая. Поскольку молекулы проходят сквозь мембрану, концентрация соли в резервуаре с пресной водой

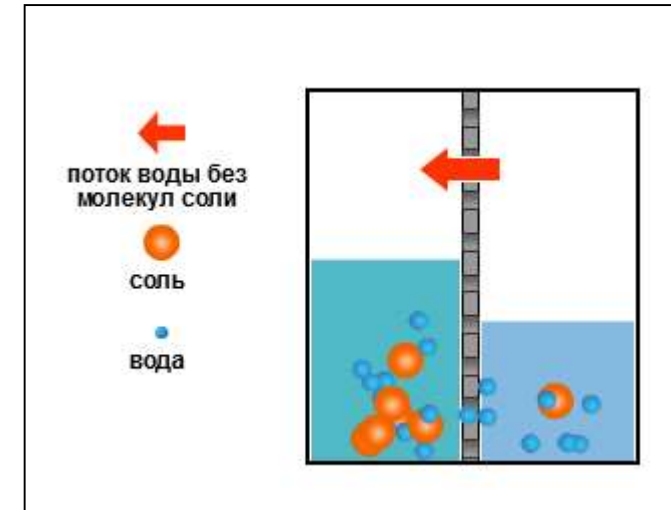
Выберите  , а концентрация соли в резервуаре с солёной водой

Выберите  .

**"Голубая" электростанция**

Интерпретация данных (схема электростанции, анимация).

Понимание осмоса



# Пример задания исследования PISA

PISA 2015

**"Голубая" электростанция**  
Вопрос 3 / 4

Используйте информацию "Голубая" электростанция", приведённую справа. Выберите ответ на вопрос в выпадающих меню.

На электростанции происходит несколько видов преобразования энергии. Какой вид преобразования энергии идёт в турбине и генераторе?

Турбина и генератор преобразуют

Выберите  в

Выберите

**"Голубая" электростанция**

The diagram illustrates a power station system. On the left, a river (РЕКА) flows into a desalination unit. The unit has two compartments: 'Солёная вода' (Salt water) on top and 'Пресная вода' (Fresh water) on the bottom. A magnifying glass is over the 'Пресная вода' compartment. From the bottom of the desalination unit, a pipe labeled '2' leads to a turbine (Турбина). From the top of the desalination unit, a pipe labeled '3' leads to a reservoir. From the reservoir, a pipe labeled '4' leads to a generator. The generator is connected to a power line. The entire system is situated between a river and an ocean (ОКЕАН).

Интерпретация данных (схема электростанции, анимация).  
Понимание преобразования энергии в блоках электростанции

# Пример задания исследования PISA

PISA 2015

**"Голубая" электростанция**  
Вопрос 4 / 4

Используйте информацию "Голубая" электростанция", приведённую справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Многие электростанции используют ископаемые виды топлива, такие как нефть и уголь, в качестве источника энергии.

Почему эта новая электростанция считается более экологичной, чем электростанции, использующие ископаемые виды топлива?

**"Голубая" электростанция**

The diagram illustrates a blue energy station. It features a central unit with two compartments: 'Солёная вода' (Salt water) on top and 'Пресная вода' (Fresh water) on the bottom. A magnifying glass is positioned over the boundary between these two compartments. To the right of this unit is a turbine labeled 'Турбина' with a lightning bolt symbol, connected to a power line. Four numbered pipes are shown: Pipe 1 draws fresh water from a river ('РЕКА'); Pipe 2 returns fresh water to the river; Pipe 3 draws salt water from the ocean ('ОКЕАН'); Pipe 4 returns salt water to the ocean. Arrows indicate the direction of flow for each pipe.

Научное объяснение явлений.

Понимание экологичности осмотической электростанции по сравнению с электростанциями, работающими на сжигании топлива

# Пример задания исследования PISA

PISA 2015

## Энергосберегающий дом

Введение

Прочитайте введение. Затем нажмите на стрелку ДАЛЕЕ.

### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ДОМ

Людей во всём мире все больше интересует строительство энергосберегающих домов. Снижение потребления энергии может сэкономить деньги их владельцам и может сократить выбросы парниковых газов в атмосферу. Архитекторы могут использовать компьютерные симуляции для изучения того, как влияет на потребление энергии выбор различных вариантов проектирования дома.



Использование знаний о методах научного познания.

Исследование: как влияет цвет крыши на потребление электроэнергии в доме

# Пример задания исследования PISA

## Энергосберегающий дом

### Введение


Данная симуляция позволяет вам изучить то, как различные цвета крыши влияют на потребление энергии. Часть солнечного излучения, падающего на крышу, будет отражаться. Часть солнечного излучения будет поглощаться и нагревать дом.

В симуляции дом потребляет энергию как для отопления, так и для охлаждения, чтобы в помещениях поддерживалась комфортная температура 23°C, независимо от температуры наружного воздуха.


Чтобы увидеть, как работают различные элементы управления в этой симуляции, выполните следующие шаги.




1. Выберите **цвет крыши**.
2. Выберите **температуру наружного воздуха**.
3. Нажмите на кнопку "Выполнить", чтобы увидеть, что происходит с потреблением энергии. Результаты будут отображены в таблице.

Примечание: Потребляемая энергия измеряется в ватт-часах. Ватт-час равен одному ватту мощности, подаваемому в течение часа.



**Потребление энергии**



Цвет крыши      

Температура воздуха в помещении 23°C

Температура наружного воздуха (°C)  0  10  20  30  40

**Выполнить**

| Температура наружного воздуха (°C) | Цвет крыши | Потребление энергии (в ватт-часах) |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |

Предварительное знакомство с работой симулятора

# Пример задания исследования PISA




**Энергосберегающий дом**  
 Вопрос 1 / 4




▶ Как выполнить симуляцию

Выполните симуляцию для получения данных на основании приведённой ниже информации. Для ответа на вопрос используйте метод «Перетащить и оставить», а затем выберите данные из таблицы.


В регионе с жарким климатом, где температура наружного воздуха часто достигает 40°C и более, планируется строительство домов. Вас попросили помочь определить, какой цвет крыши лучше всего использовать на этих домах.

Расположите три цвета крыши в порядке **убывания** потребления энергии для дома, охлаждаемого до 23°C в условиях жаркого климата.


  
  


**Потребление энергии**  
 Наибольшее → Наименьшее  
  
  





★ Выберите в таблице три строки данных для подтверждения вашего ответа.



Потребление энергии



Ватт-часы

Цвет крыши      

Температура воздуха в помещении 23°C

Температура наружного воздуха (°C)  0  10  20  30  40

| Температура наружного воздуха (°C) | Цвет крыши | Потребление энергии (в ватт-часах) |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |

Проведение опыта:  
 верный выбор условий проведения.  
 Вывод по результатам опыта: ранжирование цветов крыш по степени уменьшения энергопотребления

# Пример задания исследования PISA

**Энергосберегающий дом**  
 Вопрос 2 / 4

▶ Как выполнить симуляцию

Выполните симуляцию для получения данных на основании приведённой ниже информации. Для ответа на вопрос выберите нужный вариант в выпадающем меню, выделите данные в таблице, а затем запишите объяснение вашего ответа.

Когда температура наружного воздуха 10°C, какова разница в потреблении энергии между домом с белой крышей и домом с чёрной крышей?

При 10°C дом с белой крышей потребляет
 

Выберите

 энергии, чем дом с чёрной крышей.

★ Выберите в таблице две строки данных для подтверждения вашего ответа.

Объясните разницу в потреблении энергии, описав то, что происходит с солнечным излучением, когда оно падает на крыши этих двух разных цветов.

**Потребление энергии**

Цвет крыши
 

Температура воздуха в помещении 23°C  
 Температура наружного воздуха (°C)

0
  10
  20
  30
  40

Выполнить

| Температура наружного воздуха (°C) | Цвет крыши | Потребление энергии (в ватт-часах) |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |

Проведение опыта по заданной цели:  
 планирование опыта,  
 выбор условий.

Объяснение результатов исходя из знаний о теплопередаче посредством излучения.



# Пример задания исследования PISA

**Энергосберегающий дом**  
Вопрос 3 / 4


▶ **Как выполнить симуляцию**

*Выполните симуляцию для получения данных на основании приведённой ниже информации. Выберите ответ на вопрос в выпадающих меню.*

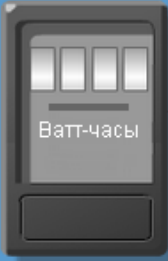
В соответствии с симуляцией, в чём заключается разница в потреблении энергии домом с красной крышей по сравнению с домом с белой крышей?




При 10°C и ниже дом с красной крышей характеризуется  потреблением энергии, чем дом с белой крышей.

При 20°C и выше дом с красной крышей характеризуется  потреблением энергии, чем дом с белой крышей.



**Потребление энергии**



Цвет крыши      

Температура воздуха в помещении 23°C

Температура наружного воздуха (°C)  0  10  20  30  40

**Выполнить**

| Температура наружного воздуха (°C) | Цвет крыши | Потребление энергии (в ватт-часах) |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |

Проведение опыта по заданной цели: планирование опыта, выбор условий.

Интерпретация результатов опыта

# Пример задания исследования PISA

## Энергосберегающий дом

Вопрос 4 / 4

### ► Как выполнить симуляцию

Выполните симуляцию для получения данных на основании приведённой ниже информации. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Какие выводы вы можете сделать на основании симуляции о связи между температурой наружного воздуха и потреблением энергии для всего диапазона температур и для всех трёх цветов крыши?

- Когда температура наружного воздуха возрастает, потребление энергии увеличивается.
- Когда температура наружного воздуха падает, потребление энергии увеличивается.
- Когда разница между температурой наружного воздуха и температурой воздуха в помещении возрастает, потребление энергии увеличивается.
- Когда разница между температурой наружного воздуха и температурой воздуха в помещении уменьшается, потребление энергии увеличивается.

Потребление энергии

Цвет крыши

Температура воздуха в помещении 23°C

Температура наружного воздуха (°C)  0  10  20  30  40

**Выполнить**

| Температура наружного воздуха (°C) | Цвет крыши | Потребление энергии (в ватт-часах) |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |
|                                    |            |                                    |

Проведение опыта по заданной цели: планирование опыта, выбор условий.

Вывод по результатам с учетом нескольких изменяющихся факторов

*Спасибо за внимание!*

