

**Проектирование заданий  
ориентированных на формирование  
естественнонаучной грамотности.**

# **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.**

Основное требование к заданиям по формированию и оцениванию естественнонаучной грамотности:

Эти задания направлены на оценку компетенций, характеризующих ЕНГ, и основываются **на реальных жизненных ситуациях.**

## **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.

	<b>Компетенция: научное объяснение явлений</b>	<b>Примерный смысл учебного задания</b>
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.

**При изучении процессов фотосинтеза основное внимание уделяется его значению в природе.**

**Показать важность фотосинтеза для жизни человека поможет следующее задание.**



**Хлорелла в Космосе**

На космической станции приступили к эксперименту с биореактором, который называют «кормильцем космонавтов». Планируется, что прибор создаст замкнутую систему жизнеобеспечения благодаря жизнедеятельности микроводоросли хлореллы. Водоросль будет осуществлять процесс фотосинтеза. Первостепенно было то, что она не образует ядовитых веществ и продуктов разложения. Какую пользу может принести такой биореактор. Выберите все правильные ответы.

1. 1 Хлорелла будет использоваться в биотуалетах.
2. 2 Хлорелла будет снижать концентрацию углекислого газа.
3. 3. Хлорелла будет создавать съедобную биомассу.
4. 4. Хлорелла позволит космонавтам активно набрать вес.
5. 5. Хлорелла сможет восполнять запасы кислорода.

**7 класс**

**Формируемое и/или оцениваемое умение: применить научные знания для объяснения явления.**

### **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».**

**Д Да Д 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.*





	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.

# Выявление вопросов, которые могут быть решены с помощью методов исследования.

## Создание органических веществ

- Фотосинтез — процесс создания органических веществ
- Он выполняет космическую функцию, производя огромное



- У учёных-химиков есть методы, с помощью которых они могут определить, из чего состоят растения
- Оказалось, что на втором месте после воды в составе растений содержится больше всего углерода.
- Вопрос: Откуда попадает углерод в растение? Выберите один ответ.
- А. Из почвы.
- Б. Из воды.
- В. Из воздуха.
- Г. Из солнечного света.

# Умение распознавать цели исследования.



- **Отрезанная или сломанная веточка комнатного растения традесканции, поставленная в воду, может образовать корни.**
- **Какие условия для этого необходимы растению, может продемонстрировать следующий опыт**
- **Две стеклянные банки на 2/3 наполнили прокипячённой и охлаждённой до комнатной температуры водой**
- **Две веточки традесканции с обрезанными нижними листьями пропустили через отверстие в картонной крышке и поставили в воду.**
- **В одну из банок, не вынимая растения, на поверхность воды налили немного растительного масла. Через неделю в банке без масла на нижней части побега образовались придаточные корни, а в банке с маслом этого не произошло.**
- **Вопрос 1. Зачем мы налили на поверхность воды в одну из банок растительное масло?**
- **Вопрос 2. В опыте мы использовали прокипяченную и охлажденную до комнатной температуры воду.**
- **А каким свойством, необходимым для этого опыта, обладает кипяченая вода?**

## ПОДУШКИ БЕЗОПАСНОСТИ

вопрос 3/3

Воспользуйтесь текстом *"Подушки безопасности"*, расположенным на двух страницах справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Ниже приведён отрывок из газетной статьи:

Подушка безопасности установлены в автомобилях, чтобы снизить вероятность получения травм при столкновениях. В подушках используется химическое соединение, азид натрия, которое настолько токсично, что даже небольшое его количество, попавшее в организм при вдыхании или глотании, может убить человека.

Сформулируйте один вопрос, связанный с поднятой в этом отрывке проблемой использования подушек безопасности, для ответа на который ученые должны провести исследование.

## ПОДУШКИ БЕЗОПАСНОСТИ

2

В последние годы производители транспортных средств сконструировали системы защиты пассажиров, включающие в себя ремни безопасности и подушки безопасности. Подушка безопасности — это подушка, которая моментально надувается в момент столкновения.



Бетонный

блок

Водитель-манекен

Надувшаяся подушка безопасности

	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.

# Умение построение логического рассуждения

## Кречет



Самый крупный сокол, заметно больше вороны. Окраска спинной стороны от буровато-серой до дымчатой, в темных пестринах. Брюхо беловатое. “Усы” почти не заметны. Большая часть цевки оперена. Встречаются также чисто-белые или белые в мелких черных крапинках птицы, особенно часто в азиатской части ареала. Крик кречета (“кья-кья-кья...”) грубей и ниже, чем у других соколов.

Обитает по берегам морей и рек Крайнего Севера.

Питается птицами, в основном, — белыми куропатками, которых бьет на лету, пикируя с большой скоростью. Также ловит птиц и грызунов на земле. Гнездится на скалах, обрывах или на деревьях в лесотундре и северной тайге.

- Хищные птицы питаются мелкими птицами и птицами средних размеров, грызунами, зайцами, рыбами, лягушками, змеями, копытными животными и даже хищными, например, лисицами, рысями и другими.
  - Если спросить, выдели ли вы когда-нибудь хищных птиц в природе, то многие из вас ответят, что «нет». Хищных птиц в природе действительно мало по сравнению с другими птицами.
  - На Земном шаре насчитывается 13 9 000 различных видов птиц, из них к хищным птицам принадлежит приблизительно 270 видов, а в России всего 55 видов.
  - Вопрос: Почему хищных птиц в природе гораздо меньше по сравнению с другими птицами? Выберите один ответ.
  - А. У хищных птиц меньше продолжительность жизни, чем у других птиц.
  - Б. Хищные птицы крупнее и им нужно больше пищи, чтобы прокормиться.
  - В. На хищных птиц человек больше охотится, чем на других птиц.
  - Г. Хищные птицы живут в более суровых природных условиях, чем другие птицы.
-

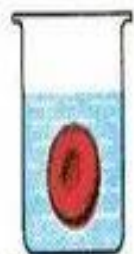
**\* Отрицательный контроль — это экспериментальный контроль, при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию).**

- Экспериментатор решил исследовать изменения, происходящие с эритроцитами, помещёнными в растворы с различной концентрацией хлорида натрия (NaCl).
- В рамках эксперимента он распределил кровь по двум пробиркам, в каждую из которых добавил растворы NaCl с различной концентрацией в соотношении 1 : 1 (на 1 мл крови — 1 мл раствора NaCl).
- По результатам наблюдений экспериментатор сделал рисунки эритроцитов А и Б.
- Независимая (задаваемая экспериментатором) переменная — концентрация соли в растворе (солёность); зависимая (изменяющаяся в результате эксперимента) — изменение формы (объёма) эритроцитов / изменение осмотического давления в эритроците (должны быть указаны обе переменные).

**\* Отрицательный контроль — это экспериментальный контроль, при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию).**

Состояние эритроцита в растворах NaCl

• 1



Изотонический  
раствор NaCl  
(0,9%)



Гипертонический  
раствор NaCl  
(>0,9%)



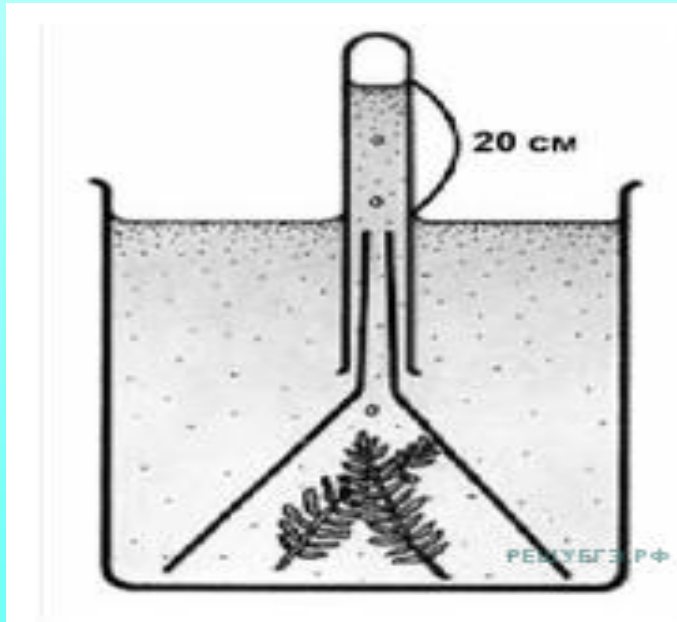
Гипотонический  
раствор NaCl  
(<0,9%)

**Клетку крови необходимо поместить в физиологический раствор (с концентрацией NaCl 0,9%), в котором концентрация солей соответствует концентрации солей в плазме крови. Остальные параметры необходимо оставить без изменений.**

**Такой контроль позволяет установить, действительно ли изменение концентрации солей обеспечивает изменение формы и объёма клеток.**



*Нулевая гипотеза* — принимаемое по умолчанию предположение, что не существует связи между двумя наблюдаемыми событиями.



- Ученым был проведен эксперимент с водным растением элодеи.
- В три конические воронки помещались по 10 одинаковых веточек этого растения.
- Воронки погружались на дно трех аквариумов, поверх воронок устанавливались пробирки с водой, как показано на рисунке.
- Каждый аквариум освещался в течение 1 ч светом определенной длины волны (420 нм, 550 нм и 670 нм), после чего измерялся уровень воды в пробирках. Результаты приведены в таблице

- Какую *нулевую гипотезу\** смог сформулировать исследователь перед постановкой эксперимента?
- Объясните, почему в конические воронки помещались строго равное количество одинаковых веточек растения элодеи?
- Почему результаты эксперимента могут быть недостоверными, если известно, что температура воды в трёх ёмкостях была разной.

Длина световой волны, нм	Уровень воды в пробирке, см
420	16,5
550	18,3
670	15,8

# Нулевая гипотеза

- **Пояснение.1.** Нулевая гипотеза — уровень воды в пробирке (объём воздуха (кислорода) в пробирке) не зависит от длины световой волны.
- 2. Равное количество одинаковых веточек растения элодеи позволяет обеспечивать равный объём фотосинтезирующих органов, которые при одинаковых условиях будут поглощать и выделять равное количество веществ.
- 3. Фотосинтез — многостадийный биологический процесс, скорость которого зависит от множества факторов.
- 4. При изменении температуры скорость фотосинтеза может меняться, что не позволяет в явном виде установить зависимость от длин волн.



## РАДИОТЕРАПИЯ

Вопрос 4/4

Воспользуйтесь "Графиком 3", расположенным справа.  
Запишите свой ответ на вопрос.

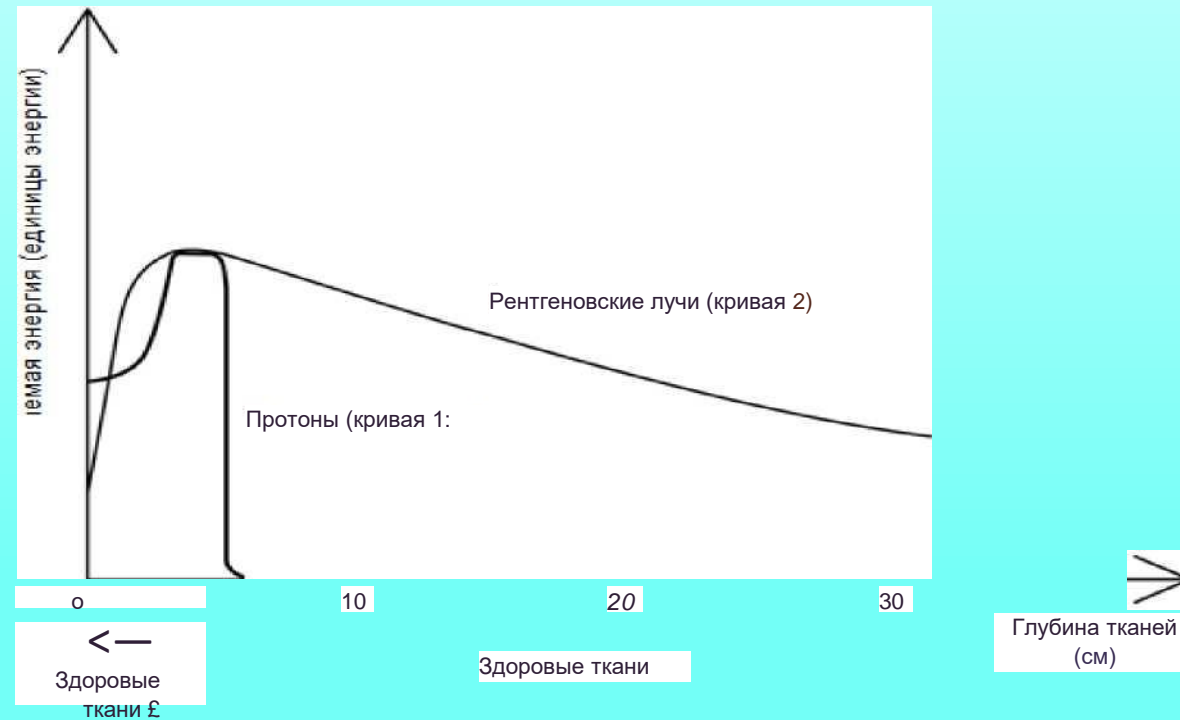
В чем, согласно этому графику, заключается преимущество лечения опухоли с помощью протонотерапии по сравнению с радиотерапией?

## РАДИОТЕРАПИЯ

## График 3

В. последние годы некоторые опухоли вылечивали с помощью **протонотерапии** опухоль подвергалась воздействию пучка протонов (положительно заряженных частиц) вместо использования рентгеновских лучей.

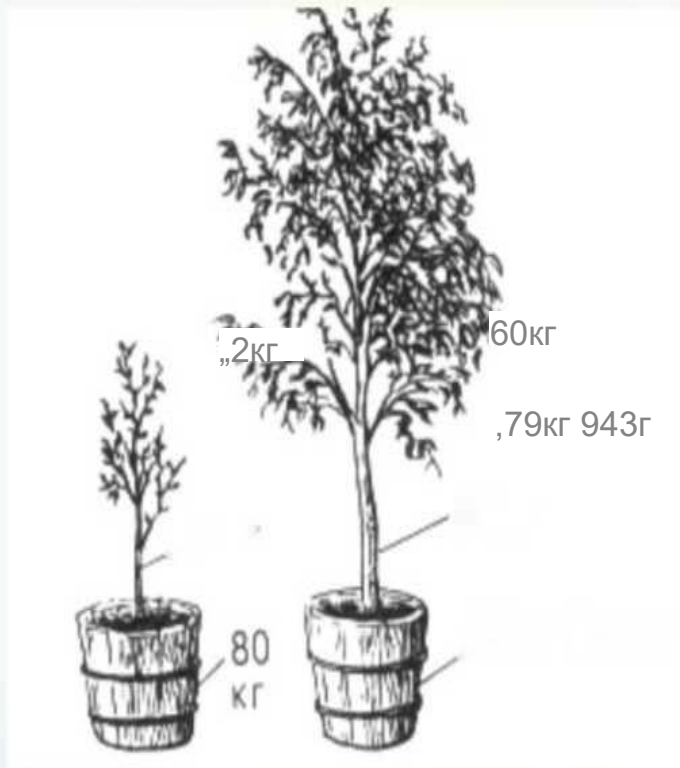
Приведенные ниже графики позволяют сравнить энергию, поглощаемую тканями, когда они подвергаются воздействию протонов (кривая 1) и воздействию рентгеновских лучей (кривая 2) в том случае, когда опухоль расположена на глубине от 3 до 4 см под кожей.



Энергия, поглощаемая тканями, расположенными на различной глубине под кожей

**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?**

Средство оценки  
естественнонаучной грамотности -  
специальные задания, “know how”  
PISA

# 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.

# 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.

# 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.

# Характеристика задания.

- **Содержание области оценки :** содеержит задание живые системы
  - **Компетентность области оценки :** интерпретация дана для получения выводов
  - **Контекс :** глобальный
  - **Уровень сложности :** средний
  - **Форма ответа :** развернутый
  - **Объект оценки:** анализировать интерпренированные данные и делать соответствующие выводы.
- 1 балл – говорится , что увеличение массы произойдет за счет увеличения воды и углерода, который попадает в растение в результате фотосинтеза.
  - 0 баллов – не упоминается ни вода , ни углерод (допускается углекислый газ).