

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области  
Государственное образовательное автономное учреждение дополнительного  
профессионального образования Свердловской области  
«Институт развития образования»

Кафедра естественнонаучного образования

**Формирование естественнонаучной грамотности обучающихся  
при выполнении заданий с исследовательским контекстом**

Учебно-методические материалы

Екатеринбург  
2023

Автор-составитель: Н.П. Овсянникова, заведующий кафедрой естественнонаучного образования ГАОУ ДПО СО «Институт развития образования», канд. пед. наук

Рецензенты:

И.В. Жижина, канд. псих. наук, директор НТФ ГАОУ ДПО СО «Институт развития образования»;

Т.М. Лозинская, учитель биологии, МАОУ гимназия № 2, ВКК

**Формирование естественнонаучной грамотности обучающихся при выполнении заданий с исследовательским контекстом:** учебно-методические материалы / Министерство образования и молодежной политики Свердловской области, Государственное образовательное автономное учреждение дополнительного профессионального образования Свердловской области «Институт развития образования»; авт.-сост. Н. П. Овсянникова. – Екатеринбург: ИРО, 2023. – 37 с.

Учебно-методические материалы содержат описание применения заданий с исследовательским контекстом естественнонаучного содержания, направленных на формирование естественнонаучной грамотности обучающихся. Рассмотрены характеристики заданий в соответствии с конкретным образовательным результатом, достигаемым обучающимися при их выполнении. Приведены примеры использования заданий с исследовательским контекстом на уроках биологии, химии и физики, даны рекомендации по включению заданий в урок.

Методические материалы предназначены для преподавателей предметов естественнонаучного цикла.

Утверждено Научно-методическим советом ГАОУ ДПО СО «ИРО» от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

© НАОУ ДПО СО «Институт развития образования», 2023

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Введение .....  | 4  |
| Компетентностный подход в формировании естественнонаучной грамотности. 5  |    |
| Исследовательская деятельность школьников в практике естественнонаучного образования .....  | 8  |
| Разновидности заданий с исследовательским контекстом .....  | 11 |
| Формирование естественнонаучной грамотности при выполнении заданий с исследовательским контекстом .....   | 15 |
| 1. Использование заданий для развития умений компетенции естественнонаучной грамотности «научное объяснение явлений» .....  | 15 |
| 2. Использование заданий для развития умений компетенции естественнонаучной грамотности «понимание особенностей естественнонаучного исследования» .....                           | 22 |
| 3. Использование заданий для развития умений компетенции естественнонаучной грамотности «интерпретация данных и использование научные доказательства для получения выводов» ..... | 28 |
| Заключение.....   | 36 |
| Список литературы.....  | 37 |

## Введение

Естественно-научная грамотность (далее ЕНГ) – интегративный образовательный результат в области естественно-научных дисциплин в школе. В широком культурологическом контексте естественнонаучную грамотность определяют как «способность занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым, связанным с естественными науками вопросам и готовность интересоваться естественнонаучными идеями» [8]. Как образовательный результат, ЕНГ «может рассматриваться как комплекс внутренних ресурсов выпускника основной школы, используемый им для решения своих проблем в сфере применения естественнонаучных знаний» [5].

Грамотный с точки зрения ЕНГ человек, в частности, стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетенций: научно объяснять явления; понимать основные особенности естественно-научного исследования; интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов [8].

Для формирования ЕНГ как образовательного результата необходима направленность на ее развитие всех методик естественнонаучного образования. За основу обновления подходов к преподаванию всех естественно-научных учебных предметов приняты ориентиры на формирование умений практического применения естественно-научных знаний, умений самостоятельной познавательной деятельности, проведения учебных экспериментов и исследований.

Но в отношении практики формирования у обучающихся естественнонаучной грамотности у педагогов отмечаются затруднения в подборе оптимальных способов (приемов, методов, технологий); недостаточное владение методиками и инструментами формирования естественнонаучной грамотности на уроке; в совмещении работы по формированию и развитию метапредметных и предметных умений в комплексе.

Лабораторные и практические работы традиционно использовались для иллюстрации изучаемых в естественнонаучных курсах законов, закономерностей, процессов и явлений, поэтому пока наблюдается недооценка их роли в достижении обучающимися метапредметных образовательных результатов, в первую очередь, базовых логических и базовых исследовательских действий. В условиях дефицита времени реальный эксперимент зачастую подменяется виртуальным с использованием интерактивных способов обучения или проводится фронтально.

Школьники продолжают демонстрировать затруднения в выполнении заданий, связанных с «мысленным экспериментом», с анализом хода и результатов эксперимента, с прогнозированием эксперимента, с формулированием выводов на основе анализа полученных результатов и т.д.

Отмечаемые трудности в организации образовательного процесса по развитию естественнонаучной грамотности актуализируют поиск эффективных методик по формированию естественнонаучной грамотности на уроке..

## Компетентностный подход в формировании естественнонаучной грамотности

Подходы в практике формирования ЕНГ развиваются с опорой на модель задания по ЕНГ, представленный в исследовании PISA. В основе исследований функциональной грамотности обучающихся PISA заложен компетентностный подход, под которым понимают совокупность принципов определения целей образования, отбора содержания образования, организации образовательного процесса и оценки образовательных результатов.

Для сравнения: в идеологии ФГОС ОО реализуется системно-деятельностный подход. Компетентность не противопоставляется знаниям и умениям, она их в себя включает, но не путем суммирования, а путем использования наиболее эффективного для данной конкретной ситуации набора из имеющихся у обучающегося сплава знаний и умений.

Учитывая комплексный характер образовательного результата под названием «естественнонаучная грамотность», его большой объем и разнородность, создана модель заданий для оценки уровня сформированности естественнонаучной грамотности у обучающихся.



Рис. 1. Модель заданий по ЕНГ

Каждое задание характеризуется по четырем параметрам:

- компетентность, на оценивание которой направлено задание;
- тип естественнонаучного знания, затрагиваемый в задании;
- контекст;
- познавательный уровень (или степень трудности) задания [10].

Проведена детализация структурных элементов каждой из трех компетенций ЕНГ через набор познавательных действий. **Компетентностная структура ЕНГ** выглядит следующим образом (рис. 2).

Каждая из компетентностей, оцениваемых в задании, может демонстрироваться на материале научного знания следующих типов:

- **Содержательное знание** — знание научного содержания, относящегося к следующим областям: «Физические системы», «Живые системы» и «Науки о Земле и Вселенной».
- **Процедурное знание** — знание разнообразных методов, используемых для получения научного знания, а также знание стандартных исследовательских процедур.

| Компетенции естественнонаучной грамотности                                      |  |  |
|---|--|--|
| Научное объяснение явлений  | Понимание особенностей естественнонаучного исследования  | Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов       |
| 1. Применить соответствующие естественно-научные знания для объяснения явления  | 1. Распознавать и формулировать цель данного исследования  | 1. Анализировать и интерпретировать данные и делать соответствующие выводы             |
| 2. Распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления | 2. Предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса   | 2. Преобразовывать одну форму представления данных в другую                            |
| 3. Делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления      | 3. Выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки  | 3. Распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах              |
| 4. Объяснять принцип действия технического устройства или технологии            | 4. Описывать и оценивать способы, которые используют ученые, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений | 4. Оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников |

Рис. 2. Структура компетенций естественнонаучной грамотности.

Важным элементом заданий по естественнонаучной грамотности являются **контексты**, доступные для обучающихся уровня ООО, которые имеют различный запас знаний по естественнонаучным предметам, например «Процессы и явления в неживой природе», «Процессы и явления в живой природе», «Современные технологии», «Техника и технологии в быту», «Сохранение здоровья человека», «Опасности и риски», «Экологические проблемы», «Использование природных ресурсов». В заданиях, разработанных отечественными методистами для оценки ЕНГ у обучающихся 5 классов и 7 классов, используется также контекст «Научная любознательность» [10].

Каждый контекст может рассматриваться в одной или нескольких ситуациях: «Техника и технологии в быту» и «Сохранение здоровья человека» – в личностной ситуации; «Опасности и риски» – в личностной и глобальной ситуациях, а остальные – в национальной и глобальной ситуациях [6].

К характерным особенностям заданий для оценки естественнонаучной грамотности относятся:

- комплект задания содержит мотивационную часть (описание ситуации) и ряд разноуровневых заданий по оценке различных компетенций ЕНГ (или умений, составляющих эту компетенцию);

- контекст заданий содержит проблемную жизненную ситуацию, как правило, близкую и понятную обучающемуся;
- задания часто формулируются вне предметной области, но решаются с помощью предметных знаний и знания процедур (понимания естественно-научных методов познания);
- используются разные форматы представления информации: рисунки, таблицы, диаграммы, комиксы и др.;
- при решении задания допустимы альтернативные решения; ситуация задания требует осознанного выбора модели поведения.

Описанные характеристики ЕНГ с очевидностью предполагают использование исследовательской деятельности в практике её формирования. Для обоснования использования исследовательской деятельности как ведущей образовательной технологии в реализации компетентного подхода уместно сослаться на аргументы Белых С.Л.:

- исследовательская деятельность, возведенная в один из образовательных принципов, способна качественно иначе обеспечивать образовательные задачи; актуализация познавательной активности как ее главный результат формирует систему знаний на основе саморегуляции, самостоятельного целеполагания;
- исследовательская деятельность с необходимостью выстраивает связи между предметами, объединяя их общей исследовательской целью, формируя такое качество, как умение работать системно;
- учебные задания, построенные по принципу исследовательских, заметно снижают возможность их формального выполнения и симуляции;
- исследовательская деятельность формирует профессиональные интересы обучающихся, повышает их готовность к профессиональному самоопределению [1, с. 129].

Не умаляя роли учебного исследования полного цикла в формировании ЕНГ обучающихся, рассмотрим далее практику использования практико-ориентированных заданий с исследовательским контекстом на уроке биологии, химии и физики с целью развития отдельных умений (компетенций) ЕНГ.

## Исследовательская деятельность школьников в практике естественнонаучного образования

Использование заданий с исследовательским контекстом в естественнонаучном образовании является традиционной практикой. В последнее десятилетие эта практика расширяется как за счет увеличения доли лабораторных и практических работ при изучении предметов естественнонаучного цикла, так и через расширение разнообразия практико-ориентированных заданий для включения в урок и контрольные мероприятия. Происходящие изменения призваны решить важные задачи в достижении обучающимися образовательных результатов: способствовать глубокому освоению обучающимися основ физики, химии и биологии, а также, обеспечивать формирование у обучающихся метапредметных образовательных результатов, в первую очередь, базовых исследовательских и базовых логических действий (умений). Композицию из предметных, метапредметных и личностных результатов практико-ориентированного естественнонаучного образования называют естественнонаучной грамотностью. Таким образом, практико-ориентированное исследовательское обучение в предметах естественнонаучного цикла направлено на достижение цели формирования естественнонаучной грамотности у обучающихся. Уместно подчеркнуть, что основной целью реализации школьных базовых курсов физики, химии и биологии является формирование естественнонаучной грамотности обучающихся и организация изучения предметов (физики, химии и биологии) на деятельностной основе [11].

Исследовательская деятельность (наблюдение, эксперимент) и проектная деятельность относятся к наиболее эффективным видам учебной деятельности по формированию естественнонаучной грамотности. Но наиболее простым и «инструментальным» решением проблемы для учителя является включение в урок практико-ориентированных заданий по формированию ЕНГ, значимая их часть имеет исследовательский контекст.

По мнению большинства экспертов-ученых, сопровождающих исследовательскую деятельность, «организация исследовательской деятельности учащихся рассматривается сегодня как эффективная инновационная образовательная технология», которая «...служит мощным средством комплексного решения задач воспитания, образования, развития в современном социуме, средством трансляции норм и ценностей научного сообщества в образовательную систему, средством развития и восполнения интеллектуального потенциала общества» [5].

Рассмотрим содержание исследовательской деятельности, по мнению А.С. Обухова, её основными этапами являются [7, с.71]:

- *ориентировка* - выделение предметной области осуществления исследования;
- *проблематизация* – выявление и осознание проблемы – конкретного вопроса, не имеющего на настоящий момент ответа; постановка цели исследования;



• *определение средств* – подбор и обоснование методов и методик исследования, ограничение пространства и выбор принципа отбора материалов исследования;

• *планирование* – формулировка последовательных задач исследования; распределение последовательности действий для осуществления исследовательского поиска;

• *сбор материала или проведение эксперимента* – сбор эмпирического материала; постановка и проведение эксперимента; первичная систематизация полученных данных;

• *анализ* – обобщение, сравнение, анализ, интерпретация данных;

• *рефлексия* – соотнесение собственных выводов с полученными выводами, с процессом проведения исследования, с существующими ранее знаниями и данными.

Каждый из указанных этапов представляет собой отдельное действие (или их совокупность) с определенной структурой и на каждом этапе происходит становление исследовательской деятельности.

М.Ю. Демидова отмечает, что в основной школе базовыми методиками являются: учебный эксперимент исследовательского характера и новый аппарат усвоения знаний на базе заданий на применение естественнонаучных знаний в реальных жизненных ситуациях, на понимание связи биологии, физики и химии с окружающими нас технологиями и техническими устройствами, на объяснение явлений и процессов окружающей жизни на основе естественнонаучных знаний» [6].

К основным характеристикам учебного исследования относятся:

1) выделение в учебном материале проблемных точек, предполагающих неоднозначность; специальное конструирование учебного процесса «от этих точек» или проблемная подача материала;

2) развитие навыка формирования или выделения нескольких версий, гипотез (взгляда на объект, развития процесса и др.) в избранной проблеме, их адекватное формулирование;

3) развитие навыка работы с разными версиями на основе анализа свидетельств или первоисточников (методики сбора материала, сравнения и др.);

4) работа с первоисточниками, «свидетельствами» при разработке версий;

5) развитие навыков анализа и принятия на основе анализа одной версии в качестве истинной.

Учитывая большой объем полного цикла исследовательской деятельности, затрудняющий использование этого вида деятельности в пространстве урока даже в формате учебного эксперимента, интересным методическим решением представляется включение в урок практико-ориентированных заданий исследовательского контекста. Таким образом, у педагога появляется возможность формирования исследовательских умений по отдельности, что увеличивает гибкость в применении учебного инструмента в пространстве предметного урока конкретной темы, с учетом возрастных возможностей обучающихся.

Так, например, практико-ориентированные задания по биологии, включаемые в КИМы ВПР для 5 классов, ориентированы на проверку таких исследовательских умений как:

- овладение научным подходом к решению различных задач;
- овладение умениями формулировать гипотезы, конструировать, проводить эксперименты, оценивать полученные результаты;
- овладение умением сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями окружающего мира;
- приобретение опыта использования методов биологической науки и проведения несложных биологических экспериментов для изучения живых организмов и человека;
- освоение приёмов выращивания и размножения культурных растений и домашних животных, ухода за ними [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/>].

Для обучающихся 8 классов сложность практико-ориентированных заданий увеличивается, они ориентированы на проверку таких исследовательских умений как:

- формирование умений безопасного и эффективного использования лабораторного оборудования, проведения точных измерений и адекватной оценки полученных результатов, представления научно обоснованных аргументов своих действий, основанных на межпредметном анализе учебных задач;
- сформированность использования методов биологической науки и проведения наблюдений, измерений, несложных экспериментов для изучения животных;
- освоение приёмов содержания домашних животных и ухода за ними

Для обучающихся 11 классов предлагают практико-ориентированные задания с исследовательским контекстом на проверку образовательных результатов:

- усвоение понятийного аппарата курса биологии;
- овладение методологическими (исследовательскими) умениями;
- применение знаний при объяснении биологических процессов, явлений, а также при решении элементарных биологических задач;
- овладение умениями по работе с информацией биологического содержания (в виде рисунков, схем, таблиц, графиков, диаграмм) [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/>].

Таким образом, сложилась методически оформленная система заданий с исследовательским контекстом как инструментов по развитию базовых исследовательских умений и комплексного образовательного результата - естественнонаучной грамотности обучающихся.

Рассмотрим разнообразие практико-ориентированных заданий с исследовательским контекстом и подходы к их использованию в практике формирования естественнонаучной грамотности на уроках биологии, химии и физики.

## Разновидности заданий с исследовательским контекстом

Задания с исследовательским контекстом можно разделить на две группы:

1. задания на проверку отдельных базовых исследовательских (методологических) умений:
  - теоретическое задание,
  - экспериментальное задание,
2. комплексные составные задания, когда предлагается несколько вопросов, оценивающих разные умения на базе одного контекста.

Доля **заданий на проверку базовых исследовательских умений** постоянно увеличивается, они могут быть как теоретическими (их больше), так и экспериментальными. Теоретические задания проверяют умения планировать ход проведения эксперимента и прогнозировать его результаты, выбирать оборудование и материалы для проведения опыта, интерпретировать результаты исследования, представленные в виде графиков, таблиц или описаний, формулировать выводы.

*Пример 1.* (КИМ ОГЭ, Химия), [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/> Демоверсия ОГЭ Химия] – теоретическое задание на проверку базовых исследовательских умений.

Из перечисленных суждений о правилах работы с веществами в лаборатории и быту выберите верное(ые) суждение(я).

1. Хлор можно получать только в вытяжном шкафу.
2. При приготовлении раствора кислоты концентрированную серную кислоту приливают к воде.
3. При нагревании раствора пробирку с жидкостью держат строго вертикально.
4. Работу с едкими веществами следует проводить в резиновых перчатках. Запишите в поле ответа номер(а) верного(ых) суждения(й).

Ответ \_\_\_\_\_.

*Пример 2.* (КИМ ОГЭ, Биология), [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/> Демоверсия ОГЭ Биология] – теоретическое задание на проверку базовых исследовательских умений.

Проанализируйте биотические отношения между организмами экосистемы опушки леса. Как изменится численность лягушек и лисиц, если в течение нескольких лет наблюдалось увеличение численности мышей?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| Численность лягушек | Численность лисиц |
|                     |                   |

Ответ: 3, 1

Задания на проверку экспериментальных умений, формируемых в процессе проведения естественнонаучного практикума, в ходе проведения лабораторных и практических работ и предполагают использование реального оборудования и материалов. Таких заданий больше в курсах предметов «Физика» и «Химия».

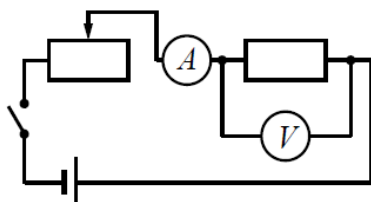
Пример 3. (КИМ ОГЭ, Физика), [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/> Демоверсия ОГЭ Физика] – экспериментальное задание на проверку базовых исследовательских умений.

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный R2, соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока на резисторе R2. При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,5 А.

Определите работу электрического тока за 8 мин. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна  $\pm 0,02$  А, абсолютная погрешность измерения напряжения равна  $\pm 0,2$  В.

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения и силы тока с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение работы электрического тока.

(Ответ. 1. Схема экспериментальной установки.



Ответ. 2.  $A = U \cdot I \cdot t$ .

Ответ 3.  $I = (0,50 \pm 0,02)$ ;  $U = (2,8 \pm 0,2)$  В;  $t = 8 \text{ мин.} = 480 \text{ с.}$

Ответ 4.  $A = 0,50 \cdot 2,8 \cdot 480 = 672 \text{ Дж.}$

Численное значение прямого измерения напряжения должно попасть в интервал  $U = (2,8 \pm 0,3)$  В).

Допустимо разделять полное задание по оценке ЕНГ на отдельные вопросы, подходящие содержательно к теме урока. Важно делать это методически грамотно, используя вопрос вместе с мотивационной частью (описанием ситуации).

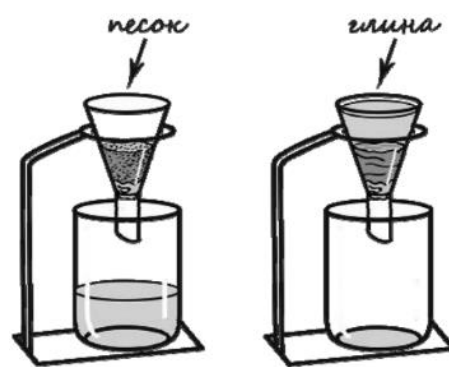
По мере накопления обучающимися практики работы с простыми практико-ориентированными заданиями исследовательского контекста, задания можно усложнять. В них включают обширные, иногда избыточные по объёму, справочные данные об объекте обсуждения. Часть информации полезно для составления ответа. Анализ этих данных показывает обучающимся, каким может быть путь к самостоятельному получению необходимых сведений. Особенно

предпочтительны эти задания на этапе систематизации знаний при изучении предмета.

**Комплексное задание** проверяет целый спектр базовых исследовательских действий, сформулированных в Федеральной рабочей программе основного общего образования.

*Пример 4.* (КИМ ВПР, Окружающий мир), [сайт Сдам ГИА: решу ВПР <https://nat4-vpr.sdangia.ru/problem?id=384/>] – комплексное задание, оценивающее несколько умений на базе одного контекста.

Маша решила сравнить скорость прохождения воды через слой песка и слой глины. Для этого она взяла два одинаковых стеклянных стакана, две воронки и бумажные салфетки. Из бумажных салфеток Маша изготовила фильтры и положила их в воронки. Затем она насыпала в одну из воронок две столовые ложки речного песка, а в другую – столько же истолчённой глины и поставила под каждую воронку стакан. В каждую воронку она налила по 50 мл холодной водопроводной воды и стала наблюдать за появлением воды в каждом из стаканов.



*Вопрос 1.* Сравни условия прохождения воды в двух воронках в описанном эксперименте. Подчеркни в каждой строке одно из выделенных слов.

Налитое в воронки количество воды: одинаковое / различное.

Вещества, через которые проходит вода в воронках: одинаковые/различные.

*Вопрос 2.* Какие измерения и сравнения нужно провести Маше, чтобы сравнить скорость прохождения воды через слои песка и глины?

*Вопрос 3.* Если Маша захочет сравнить скорости прохождения горячей и холодной воды через слой почвы, какой эксперимент ей нужно провести? Опиши этот эксперимент.

*Ответ 1:* Налитое количество воды одинаковое; вещества, через которые проходит вода, различные.

*Ответ 2:* Необходимо измерять и сравнивать количество воды в стаканах через небольшие одинаковые промежутки времени.

*Примерный ответ 3:* в обе воронки надо насыпать одинаковое количество почвы. Затем в одну воронку надо налить холодной воды, а в другую – такое же количество горячей воды и после этого измерять и сравнивать количество воды в стаканах под воронками.

*Пример 5.* (Биология), [сайт Сдам ГИА: решу ЕГЭ <https://bio-ege.sdangia.ru/problem?id=47386/>] – комплексное задание, оценивающее несколько умений на базе одного контекста.

Учащийся провёл следующий эксперимент. Он приготовил препарат кожицы лука, добавил к нему раствор поваренной соли.

Какое явление он наблюдал?

На каком основании сделано ваше утверждение?

Почему для наблюдения явления необходимо наличие концентрированного раствора поваренной соли?

*Ответ 1.* Явление плазмолиза.

*Ответ 2.* При плазмолизе наблюдается сжатие цитоплазмы, которая отстаёт от неизменяющейся клеточной стенки.

*Ответ 3.* В растворе с большим содержанием поваренной соли вода из цитоплазмы клетки диффундирует в окружающий раствор за счёт разной концентрации веществ в клетке и растворе (по закону осмоса).

Для полного представления разновидностей практико-ориентированных заданий с исследовательским контекстом для оценки ЕНГ стоит назвать еще одну разновидность - **интерактивные задания** (для компьютерного тестирования), которые включают интерактивный материал в виде компьютерной симуляции и связанные с ним вопросы [сайт ФИОКО: <https://fioco.ru> ].

## **Формирование естественнонаучной грамотности при выполнении заданий с исследовательским контекстом**

### **1. Использование заданий для развития умений компетенции естественнонаучной грамотности «научное объяснение явлений»**

Обучающиеся при выполнении заданий для развития данной компетенции ЕНГ должны уметь применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления или процесса. Им предлагается описание стандартной ситуации, для объяснения которой можно напрямую использовать программный материал. По большому счету, школьник отвечает на вопрос «Почему?». Для этого нужно либо знать обсуждаемую в задании тему, либо хорошо ориентироваться в базовом курсе, иметь о нем системное представление. Данное в задании описание проблемной ситуации обычно содержит дополнительную информацию, которая косвенно помогает сформулировать ответ, опираясь на знание естественнонаучных законов, принципов, закономерностей.

Построению системных знаний в предметах естественнонаучного цикла помогает работа с терминами: накопление и выстраивание «каркаса» изучаемого курса на основе терминов и понятий.

Предметные методики преподавания естественнонаучных курсов содержат четкие «инструкции» по предметному обучению, гарантирующие эффективность и целостность усвоения базовых курсов биологии, химии и физики. Так, например, отечественный методист В.В. Половцев еще в 1907 году сформулировал подходы к отбору учебного содержания в биологическом образовании, которых уже более ста лет придерживаются учителя биологии:

- изучение объектов и процессов необходимо проводить на типичных представителях («для изучения в школе следует отбирать те организмы, которые дают богатый биологический материал»);
- строение организма нужно изучать в связи с выполняемыми функциями («формы должны изучаться в связи с их отправлениями»);
- «образ жизни животного или растения нужно изучать в связи со средой его обитания»;
- организм нужно изучать в развитии.

Строение органов живых организмов рассматривается в связи с выполняемыми ими функциями, что позволяет установить причинную зависимость и осмыслить учебный материал. Поэтому морфологические, анатомические и физиологические понятия следует формировать в их взаимосвязи. Для изучения отбираются наиболее ценные с биологической точки зрения объекты. Особенности систематических групп растений и животных демонстрируются на типичном представителе, и лишь затем проводятся теоретические обобщения.

Рассмотрим некоторые подходы к выполнению заданий для развития умений компетенции ЕНГ «научное объяснение явлений».

Таблица 1

Характеристика заданий для развития умений компетенции естественнонаучной грамотности «научное объяснение явлений»



| Оцениваемые умения   | Характеристика учебного задания, направленного на формирование/оценку умения   |
|--|--|
| Применять соответствующие естественно-научные знания для объяснения явления  | Предложена ситуация, для объяснения которой используется программный материал  |
| Распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления | Предложена нестандартная ситуация, для которой требуется построить модель с указанием взаимосвязей. Возможна обратная задача: по представленной модели узнать и описать явления или процессы |
| Составлять и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления  | Предложено на основе понимания механизма (причин) явления (процесса) обосновать возможное развитие событий   |
| Объяснять принцип действия технического устройства                           | Предложено обосновать принципы, на которых основана работа технического устройства   |

### **Оцениваемое умение «применять соответствующие естественно-научные знания для объяснения явления»**

В задании обычно предложено описание стандартной ситуации, для объяснения которой можно напрямую использовать программный материал.

*Пример 6.* (Биология, 7 кл.), «Берегите птиц» [Открытый банк заданий 2020 (<http://skiv.instrao.ru>)].

Многие птицы питаются насекомыми. Причём птицы потребляют как большое количество взрослых насекомых, так и их личинки или куколки. Например, в желудке одной кукушки орнитологи (учёные, изучающие птиц) обнаружили 173 гусеницы, а у другой кукушки – 12 майских жуков, 49 гусениц монашенки и 88 гусениц походного шелкопряда.

Особенно много насекомых птицы уничтожают в период выкармливания потомства. По данным орнитологов, пара обыкновенных скворцов за сутки приносит корм к гнезду около 200 раз, больших синиц – около 300 раз, мухоловки пеструшки – около 500, а пеночки-теньковки – до 570 раз. Причём птицы приносят к гнезду обычно не одного, а сразу несколько насекомых.

Постройте пищевую цепь с участием живых объектов, показанных на рисунках. Запишите правильную последовательность.



розовый скворец



азиатская саранча



пшеница



степная пустельга

*Ответ:* пшеница → азиатская саранча → розовый скворец → степная пустельга.

Для выполнения данного задания обучающиеся должны знать правила построения пищевых цепей, включающих в себя продуцента, консумента (или нескольких консументов разных порядков) и редуцента. Анализ перечня пред-



ложенных живых объектов и определение их роли в пищевой цепи позволяет установить и зафиксировать их пищевые взаимосвязи.

Выполнить задание по составлению пищевой цепи из обитателей степной экосистемы учитель может предложить пятиклассникам на этапе закрепления материалов урока биологии «Пищевые связи в сообществах». Достижимый в ходе выполнения данного задания образовательный результат будет складываться из предметного знания темы «Пищевые цепи» и метапредметного умения «применять соответствующие естественно-научные знания для объяснения явления».

***Оцениваемое умение: распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления***

В задании предлагается описание уже нестандартной ситуации, для которой у школьника нет готового объяснения, ситуацию требуется преобразовать, это можно сделать или в явном виде или мысленно. Для получения объяснения подходит преобразование в типовую известную модель, или в модель, в которой ясно прослеживаются нужные взаимосвязи. Возможна обратная задача: по представленной модели узнать и описать явления или процессы.

Обучающиеся при выполнении этих заданий получают опыт работы с таким важным методом познания как *моделирование*, который в естественнонаучном образовании имеет особое значение. Данный метод помогает обучающимся понять внутреннюю структуру веществ (в химии, физике), внутреннее строение живых (в биологии) и неживых объектов, скрытую от внешнего наблюдения суть протекания физических/химических/биологических процессов и явлений. Такие задания часто называют «мысленным экспериментом».

*Пример 7.* (Химия, 8 кл.), [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/> ДемOVERсия ОГЭ Химия].

В пробирку с раствором соли X добавили раствор вещества Y. В результате реакции образовалось слабое растворимое основание и выпал осадок. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанную реакцию.

- 1) сульфат лития
- 2) хлорид кальция
- 3) гидроксид бария
- 4) гидроксид калия
- 5) карбонат аммония.

Логика выполнения данного задания может быть следующей:

1. На первом этапе выполнения данной задачи необходимо проанализировать текст задания, информацию, описывающую условия: перечень веществ, среди которых нужно будет выбрать неизвестные пока вещества X и Y и указание на признак протекающей реакции.
2. С целью актуализации знаний о свойствах всех указанных в задании веществ – преобразуем названия веществ в формулы веществ.

3. Для ответа на вопрос, какие из них могут вступать в описанную реакцию, прописываем уравнение реакций. Дополнительные сведения о свойствах веществ можно получить на основании анализа данных, содержащихся в таблице «Растворимость кислот, оснований и солей в воде».

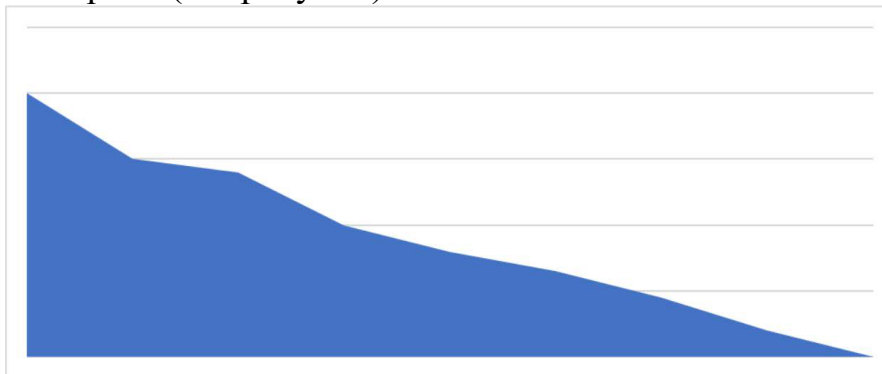
4. В завершение, устанавливается соответствие между условиями задания и полученными данными о свойствах веществ.

(Ответ: X - сульфат лития, Y - хлорид кальция).

Пример 8. (Физика, 7 кл.), «Почему реки текут?» [Открытый банк заданий 2020 (<http://skiv.instrao.ru>)].

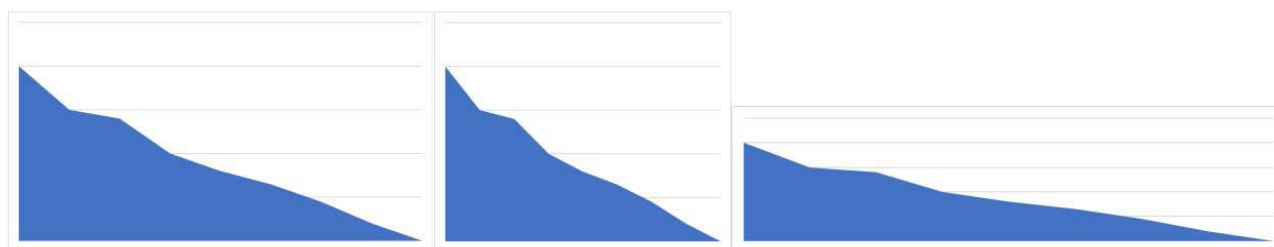
Летом Серёжа успел побывать на трёх реках. Он заметил, что все эти реки имели разную скорость течения. Например, одна из рек была горная, и у неё было самое быстрое течение, а другая река неторопливо текла по равнине. «А почему вообще у всех рек есть течение, то есть вся вода в ней движется в каком-то одном направлении?» – задумался Серёжа.

Серёжу заинтересовало, от чего зависит скорость течения реки. Он прочитал, что каждую реку можно описывать с помощью графика, который называется профилем реки (см. рисунок).



По горизонтальной оси такого графика откладывается длина реки, а по вертикальной оси – высота местности, по которой течёт река.

Ниже в одном и том же масштабе показаны профили трёх рек, на которых побывал Серёжа.



Река А

Река В

Река С

Вопрос 1. Запишите последовательность профилей этих трёх рек в порядке возрастания средней скорости течения реки.

Ответ: С, А, В

Вопрос 2. Русло реки может где-то сужаться, а где-то расширяться. Например, русло может сузиться там, где река течёт между скалистыми берегами. Обычно при сужении русла у реки ускоряется течение.

Почему при сужении русла у реки обычно ускоряется течение? Запишите своё объяснение.

*Ответ:* в объяснении присутствует идея, что при сужении русла и сохранении примерно той же глубины реки через какое-то сечение (воображаемую плоскость) за секунду (момент времени) должно пройти одно и то же количество воды, что и при широком русле. Для этого в узком русле вода должна двигаться быстрее. Например, русло сузилось, но воды должно пройти («прокататься») за это же время столько же. Или: нужно протолкнуть через узкое русло то же количество воды за то же время.

Хотя объектом оценки в Вопросе 1 обозначено умение анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы, именно в нем даётся модель профиля реки, которая помогает обучающимся проанализировать изменение таких параметров как длина реки и высота местности. Поиск ответа на Вопрос 1 оказывается ключевым для продолжения анализа модели профиля реки при сужении русла (Вопрос 2).

Если обучающиеся отвечают только на Вопрос 2 (не видя графика профиля реки), логика выполнения данного задания может быть следующей:

1. На первом этапе выполнения данной задачи необходимо проанализировать текст задания, информацию, описывающую исследуемые параметры (ширина русла реки и скорость течения воды) и условие – сужение русла у реки.
2. Для ответа на вопрос, почему при сужении русла у реки обычно ускоряется течение, строится модель по типу профиля реки.
3. Рассматриваются и сравниваются два варианта одного профиля: с широким руслом и узким.
4. В завершение, формулируется ответ, в котором присутствует описание характера зависимости параметров (ширина русла реки и скорость течения воды) друг от друга, почему и как меняется второй параметр при изменении первого.

***Оцениваемое умение: составлять и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления***

Ученику предлагается на основе понимания механизма (или причин) явления (процесса) обосновать возможное развитие событий.

*Пример 9.* (Биология, 7 кл.), «Берегите птиц» [Открытый банк заданий 2020 (<http://skiv.instrao.ru>)].



Многие птицы питаются насекомыми. Причём птицы потребляют как большое количество взрослых насекомых, так и их личинки или куколки. Например, в желудке одной кукушки орнитологи (учёные, изучающие птиц) обнаружили 173 гусеницы, а у другой кукушки – 12 майских жуков, 49 гусениц монашенки и 88 гусениц походного шелкопряда.

Особенно много насекомых птицы уничтожают в период выкармливания потомства. По данным орнитологов, пара обыкновенных скворцов за сутки приносит корм к гнезду около 200 раз, больших синиц – около 300 раз, мухоловки пеструшки – около 500, а пеночки-теньковки – до 570 раз. Причём птицы приносят к гнезду обычно не одного, а сразу несколько насекомых.

Ниже в таблице приведены данные, показывающие, сколько примерно пищи съедают за день птенцы некоторых птиц.

| Название птиц        | Масса пищи, съеденной птенцами за день, по отношению к массе тела птенца (в %) |
|----------------------|--|
| Желтоголовый королёк | 28   |
| Зарянка              | 12 – 17  |
| Дрозд                | 7 – 10   |
| Скворец              | 12   |

Основываясь на данных таблицы, предположите, какие из этих птиц в среднем обладают наименьшей массой тела и какие – наибольшей массой тела. Объясните свое решение.

Наименьшей массой тела обладают \_\_\_\_\_ потому что \_\_\_\_\_

Наибольшей массой тела обладают \_\_\_\_\_ потому что \_\_\_\_\_

Ответить на первую часть вопроса (из предложенного перечня, наименьшей массой обладает желтоголовый королёк, а наибольшей дрозд) можно на основе имеющихся знаний о биоразнообразии птиц России. Но можно к этому выводу прийти и на основе анализа предложенной в задании таблицы, с учетом осознания закономерности, которая описана в проблемной ситуации (чем мельче птица, тем большее количества корма приносят родители птенцам).

Вторая часть задания предполагает пояснение данного прогноза на основе физиологического правила: организм меньшего размера нуждается в относительно большем количестве пищи, потому что она затрачивает относительно больше энергии на поддержание своей жизнедеятельности (можно эту мысль выразить через более быстрый/интенсивный уровень обмена веществ у мелкой птицы). Общая физиологическая закономерность служит основой для составления прогноза в отношении данных в перечне птиц.

*Пример 10.* (КИМ ВПР, Химия), [сайт Сдам ГИА: решу ВПР <https://chem11-vpr.sdangia.ru/test?id=121099> ].

Одним из важных понятий в экологии и химии является «предельно допустимая концентрация» (ПДК). ПДК – это такая концентрация вредного вещества в окружающей среде, присутствуя в которой постоянно, данное вещество не оказывает прямого или косвенного неблагоприятного влияния на настоящее или будущее поколение в течение всей жизни, не снижает работоспособности человека, не ухудшает его самочувствия и условий жизни. ПДК ртути в воздухе составляет 0,0003 мг/м<sup>3</sup>. В комнате площадью 18 м<sup>2</sup> и высотой потолка 2,5 м разбили ртутный термометр. Определите и подтвердите расчетами, превышает ли концентрация ртути в воздухе дачного помещения значение ПДК, если в

воздух при этом испарилось 0,5 мг ртути. Предложите способ, позволяющий снизить концентрацию ртути в помещении.

Для решения такого типа заданий необходимо:

- определить объем помещения:  $V (\text{помещения}) = 18 \times 2,5 = 45 \text{ м}^2$ ,
- определить концентрацию вещества  $C (\text{Hg}) = 0,5 / 45 = 0,011 \text{ мг/ м}^2$ ,
- сформулировать вывод о превышении ПДК, т.к. значение концентрации ртути в помещении превышает показатель 0,0003 мг/м<sup>3</sup>,
- сформулировать предложение для снижения концентрации ртути в помещении - нужно проветрить помещение.

### ***Оцениваемое умение: объяснять принцип действия технического устройства***

Необходимо увеличить долю рассматриваемых современных технических устройств и технологий, например, на уроке физики на этапе обсуждения возможностей применения изучаемых физических явлений. В этом случае не ставятся задачи изучить и запомнить принципы действия многочисленных технических устройств. В заданиях предлагается объяснить, на каких научных знаниях основана работа технического устройства, обосновать принципы, на которых оно работает, обсудить устройства и принципы действия современных бытовых приборов и технических устройств. В рамках работы с заданиями предлагаются их описания, схемы работы и т.д., на основании которых и строится обсуждение.

Важно развивать у обучающихся умения снимать показания прибора с учетом абсолютной погрешности измерений, сравнивать показания с учетом абсолютных погрешностей, анализировать измерения с учетом увеличения их точности.

Экологический аспект в заданиях по обсуждению принципов действия технических устройств и приборов заключается в обсуждении вопросов их безопасной эксплуатации, соблюдения правил безопасного использования технических устройств, снижении их негативного влияния на окружающую среду.

Порядок решения заданий, связанных с приборами, включает в себя поиск ответов на следующие вопросы:

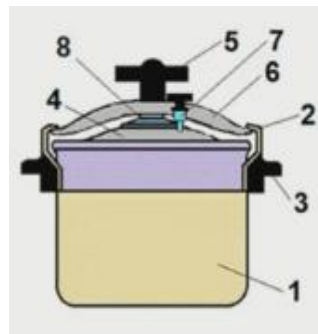
1. Какое явление мы собрались измерять?
2. Как проявляется данное явление? Каковы его признаки?
3. Какие особенности явления можно положить в основу действия прибора?
4. Действие каких законов проявляется при работе прибора?
5. Из каких частей состоит прибор?
6. Как взаимодействуют части прибора?

Для развития умения объяснять принцип действия технического устройства или технологии важно предлагать задания, в которых обсуждаются простые технические устройства и приборы.

*Пример 11.* (Физика. 8 кл.), [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti> Открытый банк заданий для оценки ЕНГ (VII-IX классы)].

Скороварка – разновидность кастрюли с герметично закрывающейся крышкой. Благодаря герметичной крышке при работе во внутреннем объеме скороварки образуется повышенное давление. Это позволяет приготовить пищу при более высокой температуре, чем в обычной кастрюле.

В крышке скороварки обязательно есть пружинный клапан, который обеспечивает стравливание пара при повышении внутреннего давления до заданной пользователем величины. Помимо него для безопасности скороварка снабжается по меньшей мере ещё одним аварийным клапаном — он открывается, если внутреннее давление превысит предел, установленный изготовителем, если рабочий клапан окажется засорён или неисправен. За исправным состоянием обоих клапанов необходимо тщательно следить.



Выберите правильные утверждения:

- 1) В основе предохранительного клапана пружина большей жесткости, чем в основе рабочего.
- 2) Из-за высокого давления время приготовления пищи уменьшается, поэтому продукты, приготовленные в скороварке, сохраняют свои витамины.
- 3) Повышенное давление внутри скороварки создается водяным паром, появляющимся в процессе кипения воды.
- 4) Из-за высокого давления время приготовления пищи увеличивается.

*Ответ:* 2, 3.

## **2. Использование заданий для развития умений компетенции естественнонаучной грамотности «понимание особенностей естественнонаучного исследования»**

Согласно проведенным исследованиям [8], лучшие результаты по уровню ЕНГ показывают ученики, которых обучают на основе исследовательской деятельности – учитель поясняет связь знаний с различными явлениями. Плановое приобщение учащихся к методам научного познания в практике преподавания предметов физики, химии и биологии, способствует формированию у них опыта самостоятельного решения учебных и учебно-познавательных проблем и готовности к выполнению простых самостоятельных исследований. Открытия в естественных науках всегда основывались либо на наблюдениях, либо на экспериментах, в ходе которых формулировались и проверялись гипотезы.

Полный набор умений двух компетенций ЕНГ - «понимание особенностей естественнонаучного исследования» и «интерпретация данных и использование научные доказательства для получения выводов» - охватывает, по сути, весь объем исследовательских умений. Если мы сравним список умений двух компетенций ЕНГ и список учебно-исследовательских умений, то обнаружим, что

список учебно-исследовательских умений более подробный и детальный. Список умений двух компетенций ЕНГ в отношении учебно-исследовательских умений более короткий, но умения сформулированы более емко и обобщенно.

Таблица 2

Сравнение списка умений компетенций ЕНГ и полного списка учебно-исследовательских умений

| Умения компетенций ЕНГ   | Учебно-исследовательские умения  |
|--|--|
| <p>Умения компетенции ЕНГ «понимание особенностей естественнонаучного исследования»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- распознавать и формулировать цель данного исследования,</li> <li>- выдвигать гипотезы и предлагать способы их проверки,</li> <li>- предлагать метод научного исследования,</li> <li>- описывать и оценивать методы, используемые учёными для обеспечения надёжности данных и достоверности выводов.</li> </ul> <p>Умения компетенции ЕНГ «понимание особенностей естественнонаучного исследования»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы,</li> <li>- преобразовывать одну форму представления данных в другую,</li> <li>- распознавать предположения (допущения), доказательства и рассуждения в научных текстах,</li> <li>- оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- умение ставить цель,</li> <li>- умение формулировать гипотезу естественнонаучного эксперимента,</li> <li>- умение планировать эксперимент для проверки гипотезы,</li> <li>- умение проверять гипотезу; оценивать на основе полученных результатов,</li> <li>- умение устанавливать причинно-следственные связи,</li> <li>- умение выбирать измерительные приборы и оборудование (по рисункам и фотографиям) для проведения опыты или исследования,</li> <li>- знать назначение и схематическое обозначение прибора и правильно составлять схемы его включения в экспериментальную установку,</li> <li>- определять цену деления, пределы измерения прибора. Записывать показания приборов с учетом заданной абсолютной погрешности измерения,</li> <li>- умения описывать результаты,</li> <li>- различать ошибки в ходе проведения опыта, соотносить порядок проведения опыта с проверяемой гипотезой,</li> <li>- умение оценивать полученные результаты и делать обоснованные выводы на основании полученных результатов</li> </ul> |

Данный сравнительный анализ показывает, что включение лабораторных и практических работ исследовательского контекста в преподавание курсов химии, физики и биологии будет в полной мере способствовать развитию как отдельных умений и компетенций ЕНГ, так и естественнонаучной грамотности в целом. Но есть одно уточнение. Лабораторные работы или ученические опыты важно проводить в режиме исследования нового материала, а не в режиме иллюстрации уже изученного. Только в таком случае будет происходить продвижение по пути формирования естественнонаучной грамотности.

Таблица 3

Характеристика заданий для развития умений компетенции естественнонаучной грамотности «понимание особенностей естественнонаучного исследования»

| Оцениваемые умения | Характеристика учебного задания, направленного на формирование/оценку умения |
|--------------------|--|
|--------------------|--|



|  |   |
|--|---|
| Распознавать и формулировать цель данного исследования   | Сформулировать цель исследования по краткому описанию его хода или действий исследователей  |
| Выдвигать гипотезы и предлагать способы их проверки  | Сформулировать гипотезы и обязательно предложить возможные способы их проверки. Если набор гипотез представлен в самом задании, тогда учащийся предлагает только способы проверки |
| Предлагать метод научного исследования   | На основе описания оценить представленный или предложить свой метод научного исследования   |
| Описывать и оценивать методы, используемые учёными для обеспечения надёжности данных и достоверности выводов | Охарактеризовать назначение того или иного элемента исследования, повышающего надёжность выводов  |

### ***Распознавать и формулировать цель данного исследования***

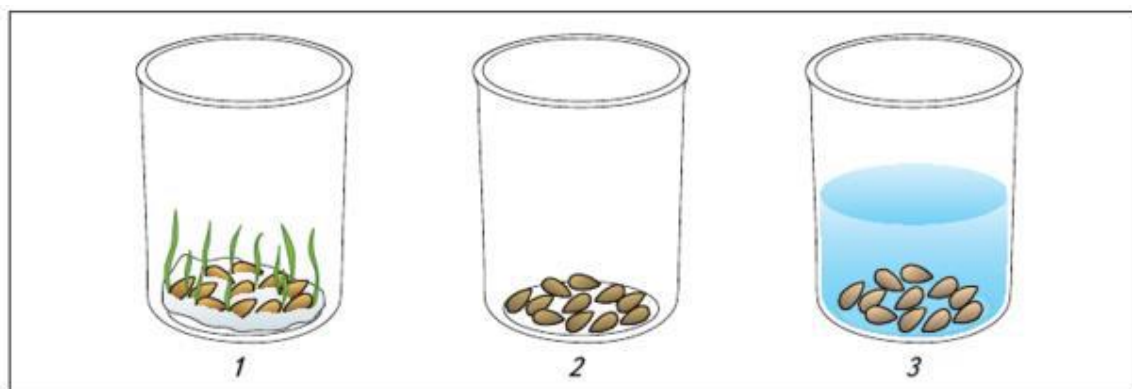
В заданиях предлагается сформулировать цель исследования по краткому описанию его хода или действий исследователей.

Для начала практики по выполнению заданий такого типа уместно предложить школьникам задание с выбором ответа из готовых вариантов. И только после этого, в качестве усложнения, давать задания, в которых цель ученику нужно будет сформулировать самому.

*Пример 12.* (Биология, 6 кл.), [сайт Сдам ГИА: решу ВПР <https://bio6-vpr.sdangia.ru/test?theme=17> Задание «Прорастание семян»].

Одни семена заверните во влажную тряпочку и положите в банку, другие — оставьте сухими, третьи — залейте водой так, чтобы она полностью покрыла семена (рис). Все три банки поставьте в тёплое место и наблюдайте за прорастанием семян. Какова цель данного исследования?

- 1) Показать, что влага влияет на прорастание семян.
- 2) Показать, что свет и температура влияет на прорастание семян.
- 3) Показать, что влага, температуры и кислород влияет на прорастание семян.



Условия прорастания: 1 – влажные семена, 2 – сухие семена, 3 – семена, залитые водой

*Ответ:* 3.

Для выполнения данного задания необходимо:

1. вычленив одинаковые условия (параметры) проведения опыта: взяли три одинаковых стакана, в них поместили равное количество одинаковых семян при равном для всех освещении и температуре;



2. вычленить меняющееся условие (параметр) проведения опыта: условия разные в отношении количества воды (влаги) в каждом стакане.

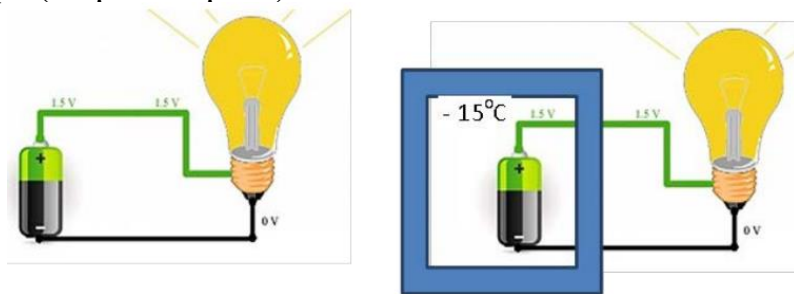
Важно, чтобы обучающиеся в анализе условий проведения опыта усвоили правило – исследование проводится именно в отношении изменяющегося параметра.

3. Третьим шагом в алгоритме будет рассуждение о причинах полученных в опыте результатов (в данном случае - гибели семян в третьем стакане.) Результат в первом стакане объясняется значением влаги для запуска процесса прорастания семени при попадании воды в зародыш семени. Результат во втором стакане объясняется тем же – отсутствие влаги оставляет семя в «спящем» состоянии. Для объяснения результата опыта в третьем стакане нужно вспомнить про еще одно условие, необходимое для семян – наличие кислорода.

Когда при анализе текста задания ученик перечисли все условия опыта, выбрать один правильный ответ из трех предложенных для него не составит труда.

*Пример 13.* (Физика, 8 кл.), Задание «Батарейки» [Открытый банк заданий 2020 (<http://skiv.instrao.ru>)].

Марк собрал электрическую цепь, чтобы проверить, как работает электромоторчик, который он хотел поставить в радиоуправляемый автомобиль... Выбирая батарейку для своего автомобиля, ребята хотели учесть и то, что автомобиль должен работать в разных погодных условиях, в том числе и морозной зимой. Поэтому они решили провести следующее исследование. Они взяли две одинаковых батарейки и собрали две электрических цепи с одинаковыми лампочками. Одну цепь они оставили целиком при комнатной температуре (на рис. слева). Батарейку второй цепи поместили в морозильную камеру при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$ , откуда вывели провода к лампочке, находящейся при комнатной температуре (на рис. справа).



В чем состоит цель исследования, которое проводили ребята? Запишите ответ.

Сформулировать ответ ученику поможет опыт проведения ученического эксперимента и оформление результатов этого эксперимента. Осознанность при проведении опытной лабораторной работы предполагает четкое понимание цели работы и плана опыта, проводимого для получения ответа на вопрос, который содержится в цели. Для выполнения данного задания необходимо:

1. уточнить проблемный вопрос (будет ли работать батарейка в электромоторчике при температуре ниже нуля градусов?);

2. вычленить одинаковые условия (параметры) проведения опыта: взяли две одинаковые батарейки, батарейки собраны в одинаковые электрических цепи с одинаковыми лампочками;
3. вычленить меняющееся условие (параметр) опыта: температура - одна батарейка работает при комнатной температуре, другая – при температуре -15 °С;
4. сформулировать цель исследования – определить, снижается ли работоспособность (время нормальной работы) батарейки при низких температурах.

Цель проведенного эксперимента может быть сформулирована немного иначе: сядет ли батарейка раньше при низкой температуре (по сравнению с работающей при комнатной температуре), или - изменятся ли характеристики батарейки при низкой температуре.

### ***Выдвигать гипотезы и предлагать способы их проверки***

В заданиях предлагается сформулировать гипотезы и обязательно предложить возможные способы их проверки. Если набор гипотез представлен в самом задании, тогда учащийся предлагает только способы проверки.

*Продолжение примера 12.* (Биология, 6 кл.), [сайт Сдам ГИА: решу ВПР <https://bio6-vpr.sdangia.ru/test?theme=17> Задание «Проращивание семян»].

Одни семена заверните во влажную тряпочку и положите в банку, другие — оставьте сухими, третьи — залейте водой так, чтобы она полностью покрыла семена (рис). Все три банки поставьте в тёплое место и наблюдайте за проращиванием семян. Выскажите предположение, по каким причинам не из всех семян появились новые растения?

*Ответ:* Выдвигается несколько правильных гипотез: гипотеза о недоразвитии зародыша (при дефиците, а потом отсутствии кислорода), о повреждении семени, неправильное хранение семян.

*Пример 14.* (Биология, 8 кл.), задание «Активаторы жизни» [Открытый банк заданий 2020 (<http://skiv.instrao.ru>)].

Николай Иванович Лунин, русский, советский врач и учёный, разработал эффективную методику очистки питательных веществ для создания искусственной диеты. Еще в 1880 г. он показал, что кроме белков, жиров, углеводов, солей и воды, в пище содержатся особые вещества, без которых жизнь невозможна. Своими исследованиями Н. И. Лунин опередил время. Только в 1911 году польским учёным Казимиром Функом был выделен первый витамин в кристаллическом виде, а сам термин «витамин» он предложил год спустя.

В своём эксперименте Н. И. Лунин использовал: 1) две одинаковые по численности группы здоровых мышей; 2) натуральное молоко; 3) очищенные питательные вещества: белки, жиры, углеводы; 4) воду и минеральные соли.

Представьте себя в роли исследователя и предложите план эксперимента, доказывающего наличие в пище веществ (витаминов), без которых невозможна жизнь животных. Кратко опишите план эксперимента и объясните его возможный результат.

*Ответ:* План эксперимента:

1) мышам первой группы дают в качестве еды чистые вещества (белки, жиры, углеводы, воду, минеральные вещества);

2) мышам второй группы дают в качестве еды молоко.

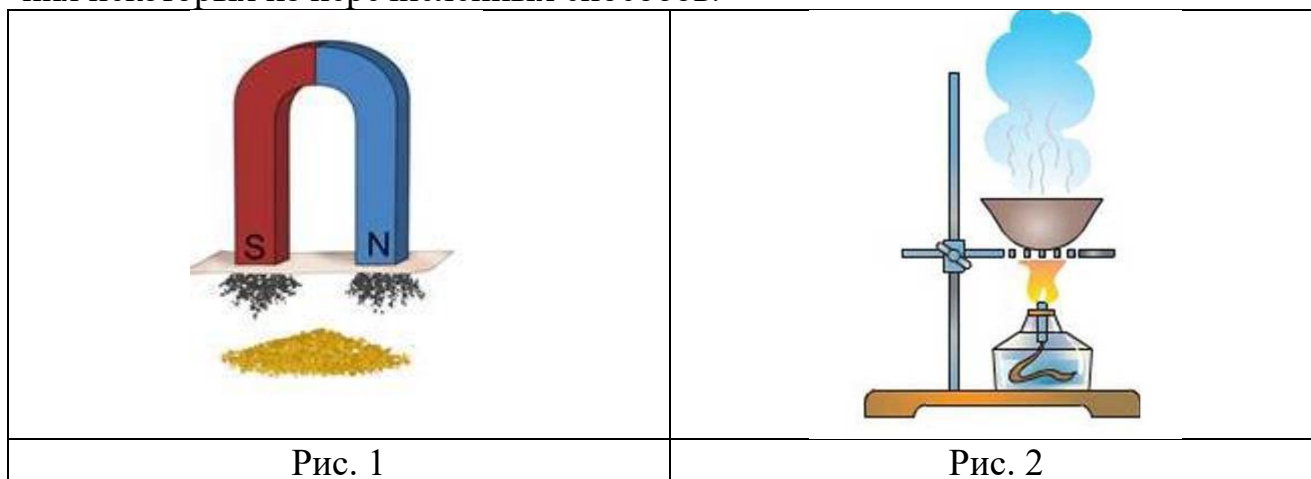
Предсказан возможный результат: мыши первой группы через некоторое время слабеют и погибают, потому что в их пище нет витаминов, а мыши из второй группы чувствуют себя нормально, т.к. в их пище (молоко) содержатся витамины (витамин С).

### ***Предлагать метод научного исследования***

Изучение естественных наук на основе научного метода познания отмечается методистами в качестве основного средства достижения высокого уровня естественнонаучной грамотности обучающихся [8]. Для организации такого образовательного процесса нужен методический инструментарий (компетентностные задания, экспериментальные работы исследовательского типа, анализ первичных научных данных и др.) для формирования продуктивной деятельности учащихся. Часто встречаются задания, в которых нужно оценить представленный или предложить свой метод научного исследования

*Пример 15.* (Химия, 8 кл.), [сайт Сдам ГИА: решу ВПР <https://chem11-vpr.sdangia.ru/problem?id=1952> ].

Из курса химии Вам известны следующие способы разделения смесей: отстаивание, фильтрование, дистилляция (перегонка), действие магнитом, выпаривание, кристаллизация. На рис. 1, 2 изображены два примера использования некоторых из перечисленных способов.



Определите название способов, которые представлены на каждом из рисунков.

Для выполнения данного задания низкого уровня сложности обучающиеся должны использовать знания о научных методах познания и уметь соотнести изображение на рисунке с названием метода.

### ***Описывать и оценивать методы, используемые учёными для обеспечения надёжности данных и достоверности выводов***

В заданиях предлагается охарактеризовать назначение того или иного элемента исследования, повышающего надёжность результата (контрольная группа, контрольный образец, большая статистика и др.), или предлагается выбрать более надёжную стратегию исследования вопроса, повышающего надёжность выводов. Часто в заданиях фигурируют приборы.

*Пример 16.* (Биология, 9 кл.), задание «Глюкометр» [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti> Открытый банк заданий для оценки ЕНГ (VII-IX классы)].

Глюкометр – прибор для измерения уровня глюкозы в крови человека. еще несколько десятилетий назад измерить уровень глюкозы можно было только в клинических условиях. В последние годы почти повсеместное распространение получили портативные глюкометры, которые легко можно применять в домашних условиях. На рисунке изображен один из таких глюкометров, позволяющих быстро узнавать концентрацию сахара в крови.

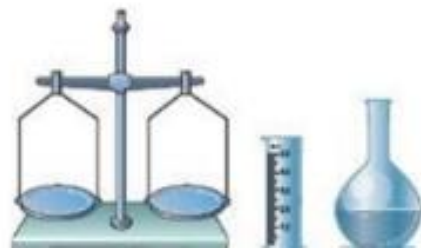


Разработчики портативных глюкометров указывают на тот факт, что показания прибора могут иметь погрешность измерения в 20%. Предложите один из способов, позволяющий уменьшить вероятность ошибки при анализе.

*Ответом* на данный вопрос будет предложение о проведении измерений в нескольких повторностях. Как вариант, можно предложить провести дополнительное измерение на другом приборе.

*Пример 17.* (Физика, 8-9 кл.), задание «Айсберг» [Открытый банк заданий 2020 (<http://skiv.instrao.ru>)].

Школьники проводили экспериментальное изучение свойств льда и заморозили 1 литр воды. Они определяли массу образовавшегося льда, его объем, а потом и объем воды, получившийся после таяния всего льда.



На рисунке показано оборудование, которое школьники использовали для эксперимента. Какие результаты получили школьники в своем эксперименте? Выберите один ответ.

1. Масса льда = 1 кг; объем льда > 1 л; объем талой воды > 1 л.
2. Масса льда > 1 кг; объём льда > 1 л; объём талой воды > 1 л.
3. Масса льда < 1 кг; объём льда < 1 л; объём талой воды < 1 л.
4. Масса льда = 1 кг; объём льда > 1 л; объём талой воды = 1 л.
5. Масса льда = 1 кг; объём льда > 1 л; объём талой воды < 1 л.

*Ответ:* 4 (Масса льда = 1 кг; объём льда > 1 л; объём талой воды = 1 л.).

### **3. Использование заданий для развития умений компетенции естественно-научной грамотности «интерпретация данных и использование научные доказательства для получения выводов»**

Развитие компетенции ЕНГ «Интерпретация данных и использование научные доказательства для получения выводов» происходит в ходе изучения многих тем курсов «Биология», «Химия» и «Физика», особенно построенных на обсуждении научных открытий в областях естественнонаучных знаний. Значительно расширяются методические возможности учителя, если он расширяет предметное содержание за счет «использование прямых и косвенных измере-

ний с учетом расширения номенклатуры приборов, использования современных цифровых приборов и компьютерных датчиков». Здесь важны умения снимать показания прибора с учетом абсолютной погрешности измерений, сравнивать показания с учетом абсолютных погрешностей, анализировать измерения с учетом увеличения их точности [6].

Таблица 4

Характеристика заданий для развития умений компетенции естественнонаучной грамотности «интерпретация данных и использование научные доказательства для получения выводов»

| Оцениваемые умения   | Характеристика учебного задания, направленного на формирование/оценку умения  |
|--|---|
| Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы                 | Формулировать выводы на основе интерпретации данных, представленных в различных формах                                |
| Преобразовывать одну форму представления данных в другую                               | Преобразовывать одну форму представления научной информации в другую  |
| Распознавать предположения (допущения), доказательства и рассуждения в научных текстах | Определять гипотезу (допущения), доказательства и рассуждения, на которых строится научный текст                      |
| Оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников    | Оценивать корректность и убедительность утверждений, содержащихся в различных источниках доказательства и рассуждения |

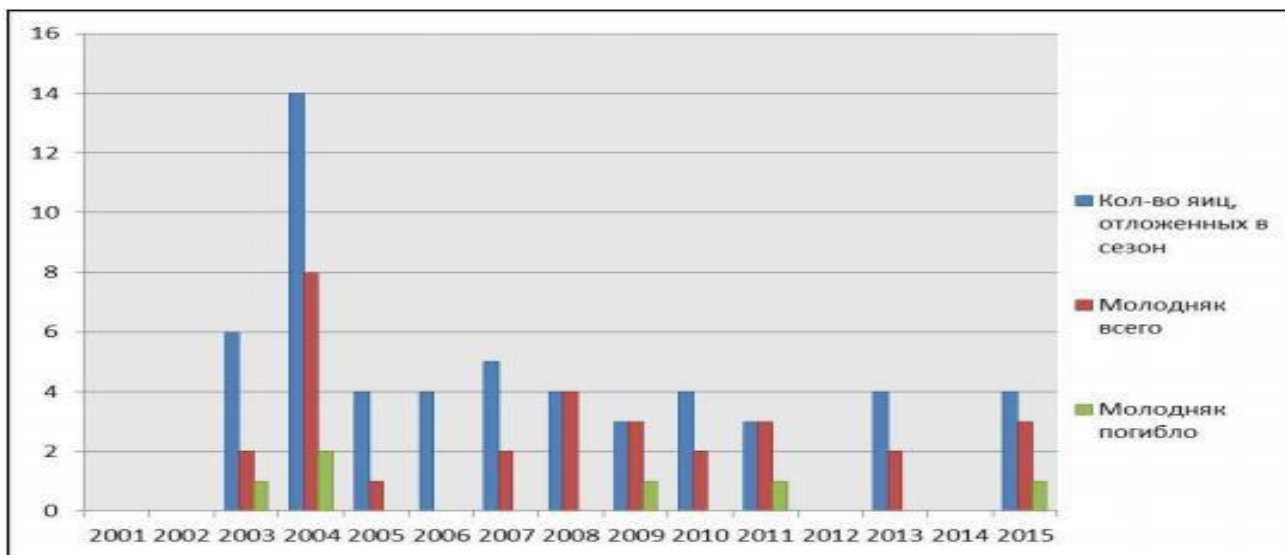
***Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы***

В заданиях предлагается формулировать выводы на основе интерпретации данных, представленных в различных формах: формах: графики, таблицы, диаграммы, фотографии, географические карты, словесный текст. Данные могут быть представлены и в сочетании форм.

*Пример 18.* (Биология, 7 кл.), задание «Хищные птицы» [Открытый банк заданий 2019 (<http://skiv.instrao.ru>)].

Было время, когда хищных птиц массово уничтожали. Но теперь они защищены законом. В законе говорится, что хищные птицы приносят огромную пользу не только для человека (сельское и лесное хозяйство), но и в природе. О необходимости сохранения сокола-сапсана стали задумываться ещё во второй половине прошлого столетия, когда их численность резко снизилась. Разведением этого вида птиц занялись питомники и зоопарки. Однако это оказалось непростым делом. Из отложенных яиц не всегда могли вылупиться птенцы, так как ещё в яйцах некоторые зародыши погибали. Часть вылупившихся из яиц птенцов были слабыми и больными, и не все из них выживали. Некоторые результаты разведения сокола-сапсана из питомников показаны на диаграмме.





Данные по разведению сапсана в питомнике «Алтай Фалькон» с 2003 по 2015 год.

**Вопрос:** Какие выводы можно сделать на основании этой диаграммы? Отметьте три верных вывода из списка.

- 1) В сезоне 2004 г. было меньше всего яиц, из которых не вылупились птенцы.
- 2) В сезоне 2004 г. было больше всего выжившего молодняка.
- 3) За этот период был сезон, когда птенцы вообще не появились.
- 4) Не было ни одного сезона, когда бы ни погибла часть молодняка.
- 5) Не было ни одного сезона, когда бы из всех отложенных яиц вылупились птенцы.
- 6) В большинстве сезонов количество отложенных яиц было примерно одинаковым.

**Ответ:** 2, 3, 6

### ***Преобразовывать одну форму представления данных в другую***

В жизни каждому приходится преобразовывать одну форму представления информации в другую. Например, словесную информацию в схематический рисунок, табличную форму в график или диаграмму и т.д.

**Пример 19.** (Химия, 8 кл.), задание «Кислоты вокруг нас» [Открытый банк заданий 2019 (<http://skiv.instrao.ru>)].

Кислоты в природе часто используются как «химическое оружие», например, муравьями. Муравьиная кислота, выделяемая муравьями в момент опасности, служит средством защиты при нападении хищников. Многие другие насекомые и растения выделяют различные кислоты, спасаясь от своих врагов. Воздействие кислот объясняется их свойствами. В лабораториях, где хранят и работают с кислотами, есть предупреждающий знак.



О каких химических веществах предупреждает этот знак? Ответ поясните.

- 1) У кислот высокая химическая активность.
- 2) Кислоты едкие вещества.

3) Кислоты разрушают ткани и материалы.

*Ответ:* 3. Т.к. кислоты могут взаимодействовать с органическими веществами, вызывая ожоги на коже. Так же они взаимодействуют с неорганическими веществами, разрушая материалы. (Ответ может быть дан в другой близкой по смыслу формулировке).

### ***Распознавать предположения (допущения), доказательства и рассуждения в научных текстах***

В заданиях предлагается выявлять и формулировать допущения, на основе которых строится то или иное научное рассуждение, доказательство. Также в заданиях могут предложить охарактеризовать типы научного текста: доказательство, рассуждение, допущение.

*Пример 20.* Задание из кейса «Как сделать воду пригодной для питья?» (10 – 11 кл.) [<https://apkpro.ru/functionalskills>].

Органическое вещество фенол и продукты его взаимодействия с хлором, который применяется в целях обеззараживания воды, относятся к наиболее часто встречаемым техногенным загрязнителям воды. Эти соединения способствуют развитию злокачественных опухолей, поэтому требуется как можно более полное их удаление из питьевой воды.

Учёные провели исследования качества очистки воды от фенола с помощью так называемого проточного фильтра. При использовании проточных фильтров для дополнительной очистки водопроводной воды важно учитывать скорость фильтрования, которая определяется количеством воды, прошедшей через фильтр в единицу времени через единицу поверхности.

В процессе исследования воду с одинаковой начальной концентрацией фенола пропускали с разной скоростью при температуре 20°C через проточный фильтр и определяли остаточную концентрацию фенола.

Опишите проведённые учёными исследования. Для этого дополните предложение, выбрав фразы из списка.

Учёные исследовали зависимость \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

- 1) начальная концентрация фенола в воде;
- 2) остаточная концентрация фенола в воде;
- 3) температура воды;
- 4) скорость фильтрации воды;
- 5) содержание тяжёлых металлов в воде.

*Ответ:* Выбрана последовательность 2, 4: Учёные исследовали зависимость остаточной концентрации фенола в воде (2) от скорости фильтрации воды (4).

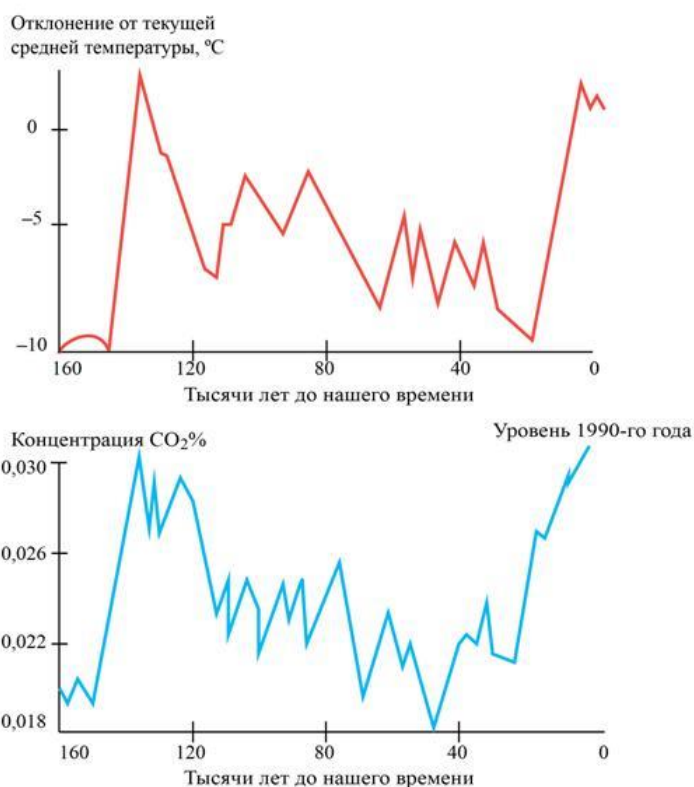
Особое значение для формирования ЕНГ имеют задания, проверяющие умение распознавать предположения, аргументы и описания в научно-популярных текстах. В такие задания включаются отрывки из 4-5 источников информации, среди которых нужно найти те, которые подтверждают указанную в тексте задания положение (гипотезу).

Пример 21. (Биология, 8 кл.), [сайт ФИПИ <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti> Открытый банк заданий для оценки ЕНГ (VII-IX классы)].

В настоящее время многие сходятся во мнении, что отмечается глобальное потепление, т.е. происходит процесс постепенного роста средней годовой температуры атмосферы Земли и Мирового океана. Ниже приведены отрывки из некоторых статей.

1. На рисунке приведены кривые изменения концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере и температуры за последние 160 000 лет. Эти данные получены анализом состава воздушных пузырьков в толще ледников Антарктиды.

Графики свидетельствуют, что средняя температура на Земле однозначно связана с концентрацией углекислого газа в её атмосфере.



2. Причинами глобального потепления могут служить естественные циклы изменения атмосферы, солнечная активность, изменение орбиты Земли, парниковые газы и множество других причин.

3. Глобальное потепление является одним из наиболее значимых последствий антропогенного загрязнения биосферы.

За последние 200 лет в результате антропогенной деятельности содержание оксида углерода в атмосфере возросло на 25%. Связано это, с одной стороны, с интенсивным сжиганием ископаемого топлива: газа, нефти, сланцев, угля и др., а с другой – с ежегодным уменьшением площадей лесов, которые являются основными поглотителями углекислого газа. При нынешних темпах использования угля и нефти в ближайшие 50 лет прогнозируется повышение среднегодовой температуры на планете в пределах от 1,5 °C (близ экватора) до 5 °C (в высоких широтах).

4. Исследования показывают, что в лучистом теплообмене «Космос–Земля» 60% всех видов излучения – от ультрафиолетового до инфракрасного – определяют пары воды, а  $\text{CO}_2$  – только 4%! На самом деле, действительно, проблема  $\text{CO}_2$  существует, но это не климат – это экология.



*Вопрос:* В каких источниках информации авторы склонны считать, что климат теплеет главным образом из-за повышения в атмосфере содержания углекислого газа?

*Ответ:* 1,3.

***Оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников***

Предлагается оценивать с научной точки зрения корректность и убедительность утверждений, содержащихся в различных источниках доказательства и рассуждения, например, научно-популярных текстах, сообщениях СМИ, высказываниях людей. Чтобы правильно ответить на вопрос задания, как правило, школьнику нужно проработать все приведенные в задании источники, отсекая лишнюю информацию, так называемый «белый шум».

Часто информация представлена в разных формах, как например, в задании примера 22 используется линейный текст, таблица и инфорграфика.

*Пример 22* (Биология, 8 - 9 кл.), задание «Активаторы жизни» [Открытый банк заданий 2020 (<http://skiv.instrao.ru>)].

Опыты Лунина кормлением лабораторных мышей натуральным и искусственным коровьим молоком дали толчок к открытию особой группы веществ в продуктах - витаминов.

| Классификация витаминов по растворимости   |  |
|--|--|
| <b>водорастворимые</b>   | <b>жирорастворимые</b>   |
| С, витамины группы В   | А, D, Е, К   |
| Практически не накапливаются в организме, быстро выводятся с физиологическими жидкостями | При избыточном поступлении могут накапливаться в подкожной жировой клетчатке |

В биологической науке нет строгого определения витаминов, есть только необходимые признаки для причисления вещества к витаминам. Вещество может быть признано витамином, если оно является: органическим; жизненно необходимым, без которого развивается клиническая картина заболевания; не производится в организме в нужном количестве или не производится вообще; требуется в минимальных количествах (для человека – менее 0,1 г в сутки).



*Вопрос:* Какие два утверждения из приведенных далее могут быть использованы как доказательства того, что нельзя бесконтрольно принимать витамины?

1. Витамины при совместном применении могут вступать во взаимодействие с другими лекарственными препаратами.
2. Витамины следует употреблять во время еды или через 30 минут после нее.
3. Витамины разрушаются под действием веществ, содержащихся в алкогольных напитках, кофе, чае.
4. Некоторые витамины способны накапливаться в организме.

*Ответ:* 1,4.

Все приведенные утверждения были верными, но выбрать нужно было только те, которые служат доказательствами к приведенному изначально суждению. При выполнении заданий такого типа, содержащих разнородную и по содержанию и по форме предъявления информацию, у школьника проверяются умения работы с информацией.

Уместно использовать задания, которые можно составить самостоятельно на основе фактов, почерпнутых из СМИ. По типологии данные задания уже можно отнести не к практико-ориентированным, а ситуационным заданиям.

*Пример 23.* (Химия, 9 кл.).

Не так давно на российских телевизионных каналах демонстрировалась реклама мыла «Dove». С экранов звучали заманчивые слова: «Мечтаете о молодой красивой коже?! Используйте мыло «Dove», которое на  $\frac{1}{4}$  состоит из крема, не содержит щелочи и не сушит кожу». В качестве доказательства белой бумажной полоской проводили по поверхности влажного куска мыла «Dove» и тут же эта полоска приобретала красивый малиновый цвет.

Известно, что для определения среды водных растворов веществ используют индикаторные бумажки, которые позволяют быстро и точно дать ответ на вопрос: кислота, вода или щёлочь.

*Вопрос 1:* На основании продемонстрированного телевизионного рекламного сюжета сделайте вывод о среде водного раствора, которую создаёт мыло «Dove».

*Вопрос 2:* Рекомендуете ли Вы использовать для умывания такое мыло? Объясните свою точку зрения.

Таким образом, реализация педагогических практик развивающего и исследовательского обучения, широкое внедрение системы учебных заданий, ориентированных на формирование естественнонаучной грамотности, позволит обеспечить высокое качество естественнонаучного образования в логике реализации обновленных ФГОС ОО.

## Заключение

Школьное естественнонаучное образование на основе компетентностной (деятельностной) парадигмы ориентировано на подготовку школьников, владеющих не только набором базовых предметных знаний, но и способных самостоятельно получать и активно применять новые знания. Разнообразные задания по ЕНГ, в том числе, практико-ориентированные задания исследовательского контекста, должны быть направлены, в первую очередь, на поддержку и обеспечение формирования функциональной грамотности.

В заключение хотелось бы отметить еще одну мысль: естественнонаучная грамотность – это не только задания, это другой стиль мышления! Они способствуют интеллектуальному развитию личности обучающихся – развитию их мышления, кругозора, интереса к естественнонаучным знаниям. Естественнонаучному стилю мышления присущи следующие черты:

- человек готов применять знания для решения любых новых задач;
- он стремится задавать вопросы;
- человек готов обосновывать свою точку зрения;
- обсуждать мнения и результаты работы.

Грамотное, системное, методически выверенное включение в учебный процесс практико-ориентированных заданий исследовательского контекста способствует развитию естественнонаучной грамотности обучающихся, поддержанию мотивации в изучении предметов естественнонаучного цикла, формированию у них естественнонаучного мышления.

## Список литературы

1. Белых С.Л. Исследовательская деятельность как ведущая образовательная технология в реализации компетентного подхода / Исследовательский подход в образовании: от теории к практике: научно-методич. сб. в двух томах / под общей ред. А.С. Обухова, Т 1: Теория и методика. – М.: Общероссийское общественное движение творческих педагогов «Исследователь», 2009. – С. 226-230.
2. Демонстрационные материалы для оценки функциональной грамотности учащихся в рамках проекта ФГБНУ ИСРО РАО «Мониторинг формирования и оценки функциональной грамотности» [Электронный ресурс]. URL: <http://skiv.instrao.ru/support/demonstratsionnye-materialya/> (дата обращения: 15.07.2023).
3. Заграничная Н. А., Паршутин Л. А. Методы и формирования естественнонаучной грамотности учащихся / Школьные технологии. 2017. № 2. С. 20–25.
4. Каспаржак А. Г., Митрофанов К. Г., Поливанова К. Н. и др. Российское школьное образование: взгляд со стороны (психолого-педагогический анализ результатов тестирования российских подростков в международном тестировании PISA – 2000) / Вопросы образования. 2004 № 1 С. 190–231.
5. Мамедов Н. М., Мансурова С. Е. Естественнонаучная грамотность как условие адаптации человека к эпохе перемен / Ценности и смыслы. 2020. № 5, С. 45–59.
6. Методика формирования и оценивания базовых навыков, компетенций обучающихся по программам основного общего образования по физике, необходимых для решения практико-ориентированных задач / М.Ю. Демидова, В.А. Грибов / [Электронный ресурс]. URL: <https://fipi.ru/> (дата обращения: 15.10.2023).
7. Обухов А.С. Психологические основы исследовательской деятельности учащихся и оценка эффективности ее развития [Текст] / Исследовательский подход в образовании: от теории к практике: научно-методич. сб. в двух томах / Под общей ред. А.С. Обухова, Т 1: Теория и методика. – М.: Общероссийское общественное движение творческих педагогов «Исследователь», 2009. – 448с., С. 200-212.
8. Основные результаты международного исследования PISA-2015 / Г.С. Ковалева Центр оценки качества образования ИСРО РАО / [Электронный ресурс]. URL: <http://centeroko.ru/> (дата обращения: 15.10.2023).
9. Пентин А. Ю., Ковалева Г. С., Давыдова Е. И. и др. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA / Вопросы образования. 2018. № 1. С. 79–109.
10. Пентин А. Ю., Никифоров Г. Г., Никишова Е. А. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности / Отечественная и зарубежная педагогика. 2019 Т. 1, № 4 (61). С. 80–97.
11. Федеральная образовательная программа основного общего образования. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 №

370 "Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования" (Зарегистрирован 12.07.2023 № 74223) / Министерство просвещения Российской Федерации. Федеральные образовательные программы [Электронный ресурс]. URL: <https://static.edsoo.ru/projects/fop/index.html#/sections/> (дата обращения: 14.08.2023).

12. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Биология» базовый уровень. Основное общее образование [Электронный ресурс]. URL: <https://edsoo.ru/> (дата обращения: 15.08.2023).