

Формирование естественнонаучной грамотности. Часть 2

Слайд 1.

Во второй части лекции мы рассмотрим модели заданий, проверяющих различные познавательные действия, которые являются частью компетенций естественнонаучной грамотности.

Слайд 2.

Рассмотрим примеры заданий, направленных на формирование или оценивание компетенции «Научное объяснение явлений». Первый пример проверяет умение «Выбирать объяснение, наиболее полно отражающее описанные процессы».

Предлагается описание процесса или явления с характеристикой отдельных свойств. Необходимо выбрать среди предложенных утверждений верное объяснение процесса. Если проанализировать утверждения в ответах, то они строятся по следующему алгоритму.

Верный ответ базируется на известной естественнонаучной закономерности. Следующее утверждение представляет собой утверждение, обратное верному ответу. Затем утверждение, которое базируется на другой закономерности, а последнее утверждение – является компоновкой двух используемых закономерностей.

В данном случае обсуждается изменение объема бутылки при спуске с горы.

Находясь на горе, туристы выпили воду из пластиковой бутылки и закрутили крышку бутылки (см. рис. 1). Когда они спустились к подножию горы, то обнаружили, что стенки бутылки смяты и вдавлены внутрь (см. рис. 2).



рис. 1



рис. 2

Какое из утверждений наиболее полно объясняет, почему пластиковая бутылка деформировалась?

- 1) На горе в закрытой бутылке оставались пары воды, которые создавали дополнительное давление, и поэтому давление в бутылке было больше атмосферного давления. Когда туристы спустились с горы, пары сконденсировались, объем уменьшился, и бутылка сжалась.
- 2) Бутылка была закрыта, следовательно, давление воздуха в бутылке не менялось. Снаружи на бутылку действовало атмосферное давление. По мере спуска с горы атмосферное давление увеличивалось и постепенно сжимало стенки бутылки.
- 3) На горе в закрытой бутылке оказался холодный воздух, так как при подъеме вверх температура воздуха уменьшается. Когда туристы спустились с горы, воздух в бутылке нагрелся, его давление значительно уменьшилось, и бутылка деформировалась.
- 4) По мере спуска с горы атмосферное давление уменьшается, соответственно уменьшается и давление внутри бутылки. Если крышка плотно закрыта, то наружный воздух не может проникнуть в бутылку, и она постепенно сжимается.

Верный ответ 2: неизменность давления в бутылке и увеличение атмосферного давления по мере спуска с горы, что привело к деформации бутылки. Неверное утверждение базируется на давлении паров воды.

Слайд 3.


Второй пример демонстрирует более сложное задание, рассчитанное на самостоятельное создание объяснения с указанием нескольких причинно-следственных связей.

Сухой лёд

Сухой лёд – так называют углекислый газ в кристаллическом состоянии. Особенность сухого льда в том, что он быстро испаряется и сразу превращается в обычный углекислый газ, минуя жидкое состояние.

Сухой лёд используют для охлаждения и транспортировки пищевых продуктов. Температура сухого льда обычно составляет $-78,33\text{ }^{\circ}\text{C}$. В быту сухой лёд можно использовать с такой же целью. Для этого надо насыпать немного гранул сухого льда в термос или контейнер с двойными стенками, сверху насыпать обыкновенный лёд, затем положить пищевые продукты или напитки. Продукты могут храниться таким образом от 5 до 7 дней.

1) Объясните, зачем поверх гранул сухого льда необходимо поместить кусочки обычного льда?
2) Какой лёд – «сухой» или обычный – «исчезнет» в термосе первым? Поясните, почему.



Здесь предлагается описание сухого льда и его свойств, обсуждается использование сухого льда для транспортировки продуктов. Необходимо объяснить, зачем поверх гранул сухого льда необходимо поместить кусочки обычного льда и какой лёд – «сухой» или обычный – «исчезнет» в термосе первым.

Учащиеся на основании информации о температуре сухого льда должны пояснить, что при соприкосновении с продуктами он может повредить их, а наличие обычного льда предотвратит переохлаждение продуктов. Сравнивая температуры сублимации сухого льда и плавления обычного льда понять, что первым «исчезнет» сухой лёд, так как температура его превращения в газ ниже, чем температура плавления обычного льда.

Слайд 4.

На этом слайде пример задания на выбор возможного прогноза и аргументацию выбора. Предлагается текст об объекте или процессе с указанием характерного свойства. Приводится ситуация, в которой необходимо учитывать данное свойство объекта/процесса. Обучающийся должен соотнести конкретную ситуацию с описанным свойством и применить свойство/зависимость в данной ситуации, сделав прогноз действий или характера развития процесса.

Защита от вредителей

Бабочка яблонная плодожорка – вредитель, поражающий плоды яблони, сливы и груши. Опытные садоводы знают, что гусеницы яблонной плодожорки зимуют в плотных коконах под корой деревьев, в упаковочных ящиках, сараях, и в почве. Весной они окукливаются и к концу цветения яблонь превращаются в бабочек.

Для борьбы с яблонной плодожоркой используют ловчие пояса. Это приспособление представляет собой широкую (15—20 см) полосу из различных материалов, которая обладает клейкими свойствами и пропитана инсектицидами.

Где следует расположить ловчий пояс, чтобы добиться наибольшего положительного эффекта в борьбе с вредителем? Ответ поясните.

Ответ: _____



В данном случае сказать, что ловчий пояс следует расположить в нижней части ствола плодового дерева. Он должен препятствовать проникновению вредителей из почвы в крону деревьев.

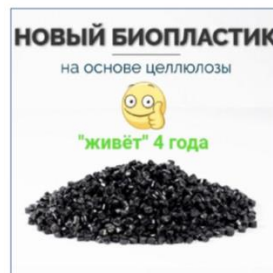
Слайд 5.

Для формирования умения «Привести примеры использования научного знания» используются, как правило, небольшие тексты из разделов научных новостей. Предлагается описание изобретения или какого-либо открытия в естественнонаучной области. Дается объяснение принципов, лежащих в основе изобретения или основные характеристики открытия. Учащимся необходимо привести не менее трех примеров возможного применения изобретения или естественнонаучного знания.

НОВЫЙ БИОПЛАСТИК НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Пластмасса стала незаменимым материалом для современного общества, будь то мешки для мусора, упаковка или бутылки. Обратная сторона удобства и долговечности этого материала – растущие горы мусора, загрязнение рек и океанов, повсеместное проникновение микропластика. Период разложения обычной пластиковой бутылки из-под воды – до 1000 лет, самого простого пластикового пакета – около 100 лет.

Японские химики из корпорации NEC разработали рецепт «зеленого» материала NeCycle, который по прочности не уступает пластику, но намного меньше обременяет окружающую среду. Он состоит примерно из 50% целлюлозы, полученной из несъедобных растений – древесины и соломы, и разлагается в естественных условиях – хоть в океане, хоть в земле – за четыре года. NeCycle может стать не менее удобным в применении, чем обычные пластмассы.



Приведите три примера возможных областей использования нового материала.

Ответ: _____

В данном случае выбор примеров базируется на свойстве нового пластика разлагаться за 4 года. Следовательно, должны быть приведены примеры использования, которые не предполагают многолетнего функционирования. Например: одноразовая посуда, упаковочный материал, одноразовые шприцы.

Слайд 6.

Теперь рассмотрим примеры моделей заданий для формирования компетенции «Понимание особенностей естественнонаучного исследования».

Для выполнения задания, приведенного на этом слайде, необходимо уметь оценивать план проведения исследования.



Аня также прочитала, что собаки не различают красный и зеленый цвета. Однако она решила провести собственное исследование этого вопроса. Для начала она взяла два одинаковых по размеру пластиковых стаканчика, один красного, а другой зеленого цвета, как на рисунке 4.

Потом она перевернула два этих стаканчика и поставила на пол поблизости друг от друга. При этом под красный стаканчик она положила кусочек лакомства. Потом она позвала Мартина.



Рисунок 4

Задание 15.

Какие из следующих действий понадобятся выполнить Ане, чтобы выяснить, различает ли Мартин красный и зеленый цвета?

Выберите все нужные действия из списка.

- А. Поднять красный стаканчик и дать Мартину лакомство, которое под ним было.
- Б. Положить лакомство только под зеленый стаканчик.
- В. Положить лакомство под оба стаканчика.
- Г. Поменять местами красный и зеленый стаканчики, оставив лакомство только под красным стаканчиком.
- Д. Поднять зеленый стаканчик и показать Мартину, что под ним ничего нет.
- Е. Не положить лакомство ни под один из стаканчиков.

Аня пытается проверить, различают ли собаки красный и зеленый цвета. Из предложенных утверждений необходимо выбрать верную последовательность действий.

1. Поднять красный стаканчик и дать Мартину лакомство, которое под ним было.
2. Поднять зеленый стаканчик и показать Мартину, что под ним ничего нет.
3. Поменять местами красный и зеленый стаканчики, оставив лакомство только под красным стаканчиком.

Слайд 7.

На этом слайде задание на проверку умения «Находить информацию в данных, подтверждающую выводы».

Предлагается текст с описанием исследования, включающего собранные данные, которые могут быть представлены в виде таблицы или графика. Обучающийся должен понять ход исследования и верно интерпретировать полученные данные и указать, какие данные исследования подтверждают указанный вывод.

Эволюция слонов

У всех современных слонов хорошо выражены бивни — видоизменённые резцы, растущие в течение всей жизни животного и хобот — орган, образованный из носа и верхней губы и заканчивающийся одним или двумя отростками.

Ученые нашли окаменелые скелеты ископаемых животных, которые имеют сходство с современными слонами. Они считают, что эти животные были предками современных слонов. В таблице, приведенной ниже, представлена информация о трех ископаемых родах и современном представителе отряда хоботные.



№	Род отряда Хоботные	Период существования	Скелет черепа и мягкие ткани
1	Меритерий	47,8-28,1 млн лет назад	
2	Палеомастодонт	28,4-23,3 млн лет назад	
3	Гомфотерий	13,6-3,6 млн лет назад	
4	Индийский слон	5-0 млн лет назад	

Какая информация, приведенная в таблице, указывает на то, что современные слоны развивались в течение времени, пройдя последовательно стадии развития каждого из трех ископаемых видов?
 Ответ: _____

В этом задании учащиеся, анализируя периоды существования и скелеты черепа, представленные в таблице, должны указать, что в течение времени увеличивались в размере резцы (бивни) и удлинялся хобот.

Слайд 8.

Следующий пример на оценку точности получаемых в исследовании данных.

Измерение жирности молока

В таблице приведены данные по жирности молока, которое дают коровы разных пород.

Название породы	Средний уровень жирности, %
Айрширская	3,3-3,6
Голштинская	3,5-3,8
Джерсейская	4,5-6,0
Красная датская	3,5-4,5
Красная степная	3,2-3,8
Холмогорская	3,6-3,9
Чёрно-пёстрая	3,6-3,9
Ярославская	4,0-6,0
Бестужевская	3,5-4,0
Костромская	3,3-4,2
Симментальская	3,8-5,5
Сычёвская	3,2-3,4
Швицкая	3,7-3,9

Жирность молока определяют с помощью цифрового лактометра, который настроен на измерение жирности в процентах. Абсолютная погрешность измерения жирности лактометром составляет $\pm 0,08\%$.

Можно ли с помощью данного прибора однозначно отличить молоко коров Холмогорской породы от молока коров Ярославской породы? Ответ поясните.

Ответ:

В таблице приведены данные по жирности молока, которое дают коровы разных пород. Приведена абсолютная погрешность измерения жирности лактометром: $\pm 0,08\%$. Нужно определить, можно ли с помощью данного прибора однозначно отличить молоко коров Холмогорской породы от молока коров Ярославской породы.

Для выполнения задания необходимо знание процедур:

- Запись результата прямого измерения с учетом абсолютной погрешности.
- Точность измерений.

Имея эти знания, учащиеся определяют, что максимально возможное значение жирности молока для коров Холмогорской породы составляет $3,9 \pm 0,08$ (%), а минимальное значение жирности молока для коров Ярославской породы, соответственно, $4,0 \pm 0,08$ (%). Интервалы перекрываются, а значит различить эти показания нельзя.


Слайд 9.

Важнейшим аспектом для компетенции «Понимание особенностей естественнонаучного исследования» является работа с современными цифровыми приборами и датчиками, которые нас теперь повсеместно окружают.

На этом слайде пример задания на проверку умения «Оценивать способ, которым пользуются для обеспечения надежности данных».

Термогигрометр

В зале музея располагается термогигрометр – прибор для измерения температуры и относительной влажности воздуха (см. фотографию).



В таблице приведены технические данные прибора.

Измерение температуры		Измерение относительной влажности	
Диапазон измерений	-10...+50 °C	Диапазон измерений	0...95%
Абсолютная погрешность	±0,5 °C	Абсолютная погрешность	±2%
Разрешение	0,1 °C	Разрешение	0,1%

На фотографии показания прибора для относительной влажности воздуха составляют 42,3%. Каковы при этом минимальное и максимальное значения относительной влажности воздуха в помещении с учётом абсолютной погрешности измерения прибора?

Ответ: _____

На фотографии показания прибора для относительной влажности воздуха составляют 42,3%. При этом в характеристиках указано, что абсолютная погрешность $\pm 2\%$. Т.е. десятые доли в показаниях ни о чем не говорят. Каковы же минимальное и максимальное возможные значения относительной влажности воздуха в помещении с учетом абсолютной погрешности измерения прибора? С учетом погрешности: минимальное значение – 40,3%, а максимальное – 44,3%.

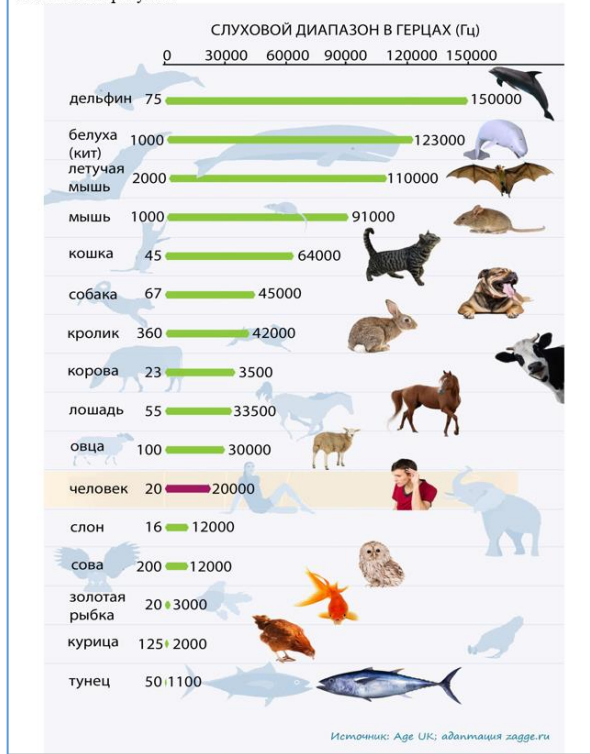
Слайд 10.

Перейдем к примерам заданий на проверку компетенции «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Ясно, что для естественно-научных предметов важнейшим является использование различных графических способов представления информации (таблицы, графики, схемы, диаграммы, карты), а также преобразования информации из одной формы в другую.

На этом слайде приведен пример задания из блока «Слуховая система человека». Предлагается диаграмма сравнения диапазонов слышимости различных животных и человека. В информационном тексте к блоку есть сведения об инфразвуках и ультразвуках.

Задание проверяет умение «Находить необходимые данные в источниках информации, представленных в различной форме».

Диапазоны слышимости некоторых представителей животного мира показаны на рисунке.



Выберите **все** верные утверждения.

- 1) Слуховой аппарат совы улавливает инфразвук.
- 2) Большинство животных, представленных на схеме, слышат в ультразвуковом диапазоне.
- 3) Слуховой диапазон человека шире, чем у слона.
- 4) Все морские млекопитающие на схеме воспринимают ультразвук.
- 5) Летучая мышь воспринимает только ультразвук.

Ответ: _____.

Используя информацию из текста и диаграммы можно выделить верные ответы: 3 (о сравнении диапазона человека и слона) и 4 (о том, что дельфин и белуха воспринимают ультразвук).

Слайд 11.

На этом слайде пример задания на проверку умения «Распознавать предположения (допущения), аргументы и описания в научно-популярных текстах». В этом случае можно предлагать один текст и анализировать его отдельные части или, как в примере на слайде, несколько небольших текстов по одной тематике.

Ниже приведены отрывки из статей о морских глубоководных животных.

Источники информации	Отрывки
1	Несмотря на огромное давление, в морских глубинах обитают различные животные: головоногие, ракообразные, моллюски, черви, глубоководные рыбы.
2	Глубоководные рыбы или слепы, или, наоборот имеют огромные телескопические глаза, улавливающие слабый свет, испускаемые другими глубоководными животными.
3	Более 50 % глубоководных рыб наряду с некоторыми видами креветок и кальмаров обладают биолюминесценцией. Около 80 % из этих организмов имеют специальные клетки (фотофоры), которые содержат бактерии, вырабатывающие свет. Некоторые фотофоры могут регулировать интенсивность свечения.
4	Все глубоководные рыбы имеют особое строение тканей и отличаются слабым развитием скелета и мускулатуры. Благодаря проницаемости тканей давление внутри тела рыбы устанавливается столь же высокое, как и наружной среды.

В каком(-их) отрывке(-ах) речь идёт о приспособленности рыб к жизни без света?

Ответ: _____.

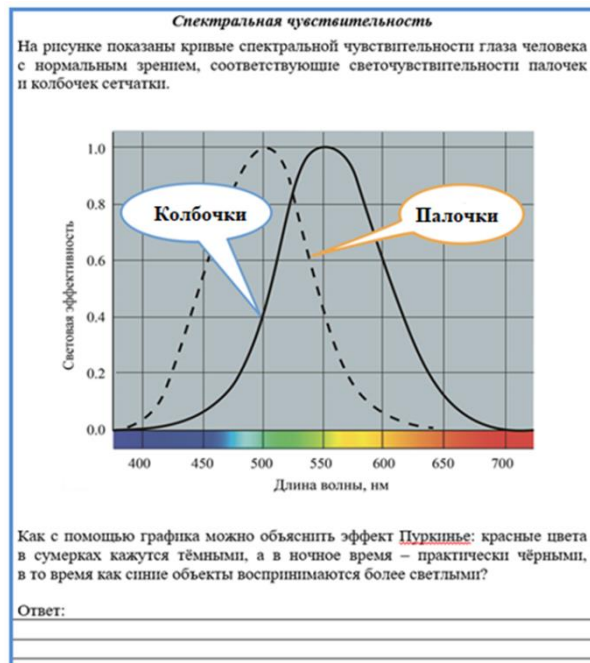
Ответ: 2, 3

В данном случае – это отрывки из статей о морских глубоководных животных. Анализ отрывков проводится по заданному критерию (здесь, содержательный критерий – приспособление рыб к жизни без света). Верными являются ответ 2 (с явной информацией о зрении глубоководных рыб) и ответ 3 (с информацией о биолюминесценции).

Слайд 12.

На этом слайде пример на интерпретацию данных и формулировку вывода на основе анализа двух графиков.

На рисунке показаны кривые спектральной чувствительности глаза человека с нормальным зрением, соответствующие светочувствительности палочек и колбочек сетчатки. Как с помощью графика можно объяснить эффект Пуркинье: красные цвета в сумерках кажутся темными, а в ночное время – практически черными, в то время как синие объекты воспринимаются более светлыми?



В информационном тексте к этому блоку есть сведения об особенностях палочек и колбочек. За зрительное восприятие в сумерках отвечают преимущественно палочки. Согласно графику спектральная чувствительность палочек в красной области видимого спектра равна нулю, а максимальная чувствительность приходится на область сине-зеленой части спектра. Поэтому предметы красного цвета будут казаться темными при слабой освещенности, а предметы синего цвета будут казаться более светлыми, чем они казались на фоне других предметов днем.

Слайд 13.

На этом слайде последний пример задания на оценку компетенции интерпретировать данные.

В этой модели заданий предлагается фрагмент текста из средств массовой информации, описывающий жизненную ситуацию и содержащий недостоверную информацию (неверная интерпретация данных). Необходимо определить степень достоверности информации, содержащейся в сообщении СМИ. Соответственно, проверяется умение «Оценивать достоверность научных аргументов и доказательств из различных источников».

В полном верном ответе должна быть локализована недостоверная информация и приведено объяснение, опровергающее информацию в СМИ.

В 1999 году одна из радиостанций сообщила о тяжелой экологической обстановке в г. Тольятти, вызванной работой объединения «Куйбышевазот». В частности, сообщалось о повышенном содержании в воздухе оксидов азота. Механизм воздействия оксидов азота на организм человека журналисты объяснили так: «Оксиды азота, смешиваясь с водяной пылью, образуют азотную кислоту, которая, попадая при дыхании в организм, смешивается с соляной кислотой, содержащейся в желудочном соке, образуя гремучую смесь, которая называется «царской водкой».



Оцените достоверность информации, содержащейся в этом сообщении.

Царская водка

Смесь концентрированных азотной HNO_3 и соляной HCl кислот, взятых в соотношении 1:3 по объёму.

- **Химическая формула:** Смесь HNO_3 , HCl и H_2O
- **Состояние:** жидкость жёлто-оранжевого цвета с сильным запахом хлора и диоксида азота
- **Температура плавления:** $-42\text{ }^\circ\text{C}$
- **Температура кипения:** $108\text{ }^\circ\text{C}$



<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/203>

Ответ: _____

В этом задании на основании справочных данных должно быть найдено опровержение к утверждению: «Оксиды азота, смешиваясь с водяной пылью, образуют азотную кислоту, которая, попадая при дыхании в организм, смешивается с соляной кислотой, содержащейся в желудочном соке, образуя гремучую смесь, которая называется «царской водкой». Содержание соляной кислоты в желудочном соке составляет доли процента; образующаяся в воздухе азотная кислота также не является концентрированной, поэтому образование «царской водки» в желудке абсолютно невозможно. Следовательно, информация недостоверна.

Слайд 14.

Приведем пример блока заданий. Блок формулируется на одном контексте. Как правило, предлагается один или несколько информационных текстов, так, чтобы необходимая информация шла непосредственно перед заданиями, в которых она требуется. Это условие обязательно соблюдается при оценке ЕНГО, но в процессе формирования можно использовать и общий текст, к которому учащиеся могут обращаться неоднократно.

В данном случае предлагается текст «Выпечка хлеба», в котором рассматриваются процессы брожения. Контекст относится к блоку «Техника и технологии в быту».

Выпечка хлеба



С древности для приготовления теста для хлеба хлебопёк смешивает муку, воду, соль и дрожжи. После этого тесто длительно месит и помещают на несколько часов в тёплое место, чтобы начался процесс брожения. Ферменты, вырабатываемые дрожжами, являются катализаторами реакций брожения (наибольшая скорость реакции

достигается при 35 °С, а при 40 °С реакция прекращается, так как дрожжевые грибки гибнут). На разрезе качественного хлеба, приготовленного из кислого теста, видно множество мелких отверстий. Это результат химических реакций, протекающих с выделением углекислого газа, воды (пара) и других газообразных продуктов. В реакциях участвуют молекулы крахмала и белков, которые разлагаются на более мелкие молекулы при температурах 70-80 °С. В процессах созревания и выпечки теста образуются глюкоза, спирт, кислоты, газы и другие органические и неорганические вещества, создающие структуру и особый вкус, аромат хлеба.



Первые несколько заданий направлены на оценку компетентности «Научно объяснять явления».

2. В процессе брожения при 25-35 °С тесто «подходит» – поднимается, увеличиваясь в объёме в 2-3 раза. Почему тесто поднимается?

Отметьте один верный вариант ответа.

А) Потому что в нём образуются более мелкие молекулы из белков и углеводов.	<input type="checkbox"/>
В) Потому что размножаются дрожжевые грибки.	<input type="checkbox"/>
С) Потому что в тесте образуется углекислый газ.	<input type="checkbox"/>
Д) Потому что при брожении вода превращается в пар.	<input type="checkbox"/>

3. Когда «подошедшее» тесто ставят в печь, его объём продолжает значительно увеличиваться во время выпечки. Почему это происходит?

Запишите свой ответ.

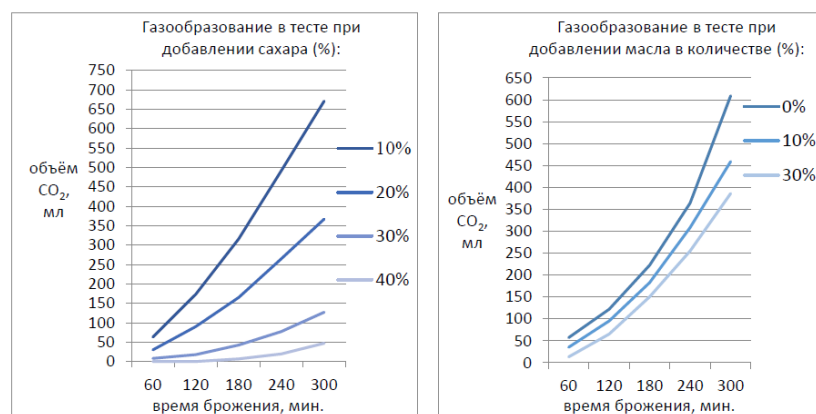
В задании 2 проверяется понимание того факта, что при брожении выделяется углекислый газ, а в задании 3 – понимание тех процессов, которые наблюдаются уже при выпечке хлеба.

Слайд 15.

Вторая часть блока представляет собой еще один текст, в котором в виде графиков отражено как влияет добавление сахара и масла в тесто на процесс его брожения. Сами графики трудны для понимания учащихся, поскольку содержат не одну зависимость, а семейство зависимостей от времени брожения. Эти зависимости, в свою очередь, позволяют понять, как меняется объем углекислого газа в тесте при увеличении процентного содержания сахара или масла.

В сдобные хлебобулочные изделия добавляют сахар и жиры (например, сливочное масло). Эти добавки улучшают вкус и делают сдобу мягкой. Но в то же время избыток сахара и масла не дают тесту хорошо подниматься, так как замедляется выделение углекислого газа. Сдобные булочки, в которых много сахара и масла, будут «тяжёлыми», а не пышными.

На графиках ниже показано, как влияет количество сахара и масла на процесс брожения теста. Тесто для эксперимента было приготовлено из 100 г муки. Массу сахара и масла измеряли в процентах от веса муки.



В задании требуется «найти золотую середину» между сладостью и жирностью булочек и их воздушностью.

4. Определите, сколько сахара и масла (в граммах) можно, по вашему мнению, добавить в тесто, приготовленное из 100 г муки, для получения пышной и вкусной сдобы. Обоснуйте свой выбор.
Запишите свой ответ (в граммах) и его обоснование.

Эта часть блока направлена на проверку интерпретации данных и формулировку выводов на основе имеющихся данных исследований.

Слайд 16.

Далее в блоке «Выпечка хлеба» предлагается еще один информационный сюжет о способах разрыхления теста (образования в нем газов). В частности, говорится о том, как хозяйки «гасят» лимонным соком пищевую соду.

Рыхление – это процесс образования газов в тесте, которые образуются в химических реакциях или под действием дрожжей, или при добавлении специальных химических веществ – разрыхлителей. Самый распространённый из них – «порошок Либиха» (смесь пищевой соды и лимонной кислоты). В домашних условиях хозяйки часто используют пищевую соду, которую «гасят» лимонным соком.




На основании этой информации предлагается задание на самостоятельное описание эксперимента по проверке гипотезы, которая частично сформулирована в ответе.

5. Предложите гипотезу о роли кислоты в случаях использования химических разрыхлителей теста.

Как можно при помощи простого эксперимента проверить эту гипотезу? Кратко опишите ход эксперимента и вероятный результат этого эксперимента.

Сформулируйте гипотезу и опишите ход проверочного эксперимента.

Эта часть блока направлена на проверку второй компетенции – понимание естественнонаучного исследования.

Таким образом, в одном тематическом блоке заданий могут быть представлены задания на проверку разных компетенций. Кроме того, разбиение необходимой для выполнения заданий информации на отдельные части дает возможность при желании разбить и сами блоки на несколько частей и использовать эти части отдельно друг от друга. Например, при работе в малых группах, когда все получают задания, объединенные одним сюжетом, но решают разные проблемы.

Спасибо за внимание!