

РЕЗУЛЬТАТЫ КРАЕВОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ (КДР8) В 2022 ГОДУ

Введение

Естественнонаучная грамотность (ЕНГ) предполагает владение такими компетенциями, как способность научно объяснять природные явления, понимать особенности естественнонаучного исследования, интерпретировать данные и использовать научные доказательства. Она также определяет способность человека участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, и в целом его способность занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, готовность интересоваться естественнонаучными идеями [1,2].

Задания, направленные на диагностику сформированности естественнонаучной грамотности, объединяются в группы по разным критериям, в числе которых уровни трудности, тематические области, а также группы проверяемых умений. Выделяют три основные группы умений: 1) описание и объяснение естественнонаучных явлений на основе имеющихся научных знаний; 2) распознавание научных вопросов и применение методов естественнонаучного исследования; 3) интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов [1].

Наибольшие сложности российские ученики, как правило, испытывают при выполнении заданий на вторую группу умений. Это связано в том числе с особенностями учебных программ, в которых не очень много внимания уделяется пониманию, как получать достоверные научные знания. Основной акцент в нашей школе традиционно делается на умение объяснять явления окружающего мира [2,3]. При этом ФГОС основного общего образования (ООО) относит к одним из важнейших результатов обучения сформированную целостную научную картину мира и общий научный подход к решению задач [4].

Краевая диагностическая работа для учащихся 8-х классов Красноярского края (КДР8) [5] была разработана с целью детального анализа сложностей в освоении тех или иных умений, определяющих содержание естественнонаучной грамотности. Ее основные задачи – оценка ЕНГ учеников, у которых уже ведутся все предметы естественнонаучного цикла, но их освоение еще может быть скорректировано; а также оценка состояния дел в региональной системе естественнонаучного образования. При этом работа призвана решать и другие задачи: знакомить учителей, администрации школ, муниципальные методические службы с подходами к оценке естественнонаучной грамотности на примере конкретных заданий; содействовать интеграции учителей, ведущих разные предметы естественнонаучного цикла, чтобы они видели области пересечения своей работы и области, где нужно действовать в сотрудничестве. В задачу КДР8 не входит дифференцированная оценка освоения программы по физике, химии, биологии или физической географии.

Характеристики уровней достижений

Результаты учащихся 8-х классов Красноярского края, выполнявших КДР8 в 2022 году, выше тех, что были показаны годом ранее. Средняя решаемость заданий увеличилась с 29% до 43% соответственно.

Однако на основе этих данных нельзя делать прямые выводы о том, что естественнонаучная грамотность восьмиклассников за год столь заметно выросла. Во-первых, потому, что измерительные материалы разных лет имеют разную трудность. А во-вторых, этот рост фиксируется на фоне низких результатов 2020-2021 учебного года, когда из-за пандемии обучение долгое время было дистанционным, что сказалось как на успешности освоения учебной программы, так и на мотивации учеников, в том числе при участии в мониторинговых процедурах. С этой точки зрения правильнее будет сравнить нынешние

результаты с теми, которые были получены до пандемии – в декабре 2019 года. Тогда средняя успешность выполнения работы составила 40%.

Средний процент выполнения заданий, оценивающих 1-ю, 2-ю и 3-ю группу умений, в 2022 году составляет 49%, 34% и 48% соответственно. Это еще раз подтверждает, что распознавание научных вопросов и применение методов естественнонаучного исследования вызывает наибольшие трудности у восьмиклассников региона – как и у российских 15-летних школьников.

По результатам КДР8 участники были разделены на три группы по уровню владения умениями, определяющими естественнонаучную грамотность: повышенный уровень (18%), базовый уровень (65%) и уровень ниже базового (17%).

При этом использовались следующие критерии.

- *Повышенный* уровень присваивался, если ученик набрал за работу не менее 16 баллов, при этом не менее 2 баллов по каждой из трех групп проверяемых умений. Можно говорить о том, что это учащиеся, могут использовать полученные знания «для объяснения достаточно сложных или не совсем знакомых ситуаций и процессов».
- *Базовый* (пороговый) уровень присваивался, если ученик набрал за работу не менее 7 баллов, при этом хотя бы по 1 баллу по двум группам проверяемых умений.
- *Уровень ниже базового* присваивался, если учащийся набрал либо менее 7 баллов за работу, либо выполнил задания только по одной группе проверяемых умений, даже если в сумме он мог набрать более 7 баллов. По сути этот уровень говорит о том, что естественнонаучную грамотность ученик не демонстрирует.

Рассмотрим, какие задания выполняют ученики, показывающие разные уровни ЕНГ.

Примем в качестве пороговой решаемость каждого задания в 50%. Предположим, что если решаемость задания в группе учеников выше 50%, то учащиеся этой группы скорее могут его выполнить, а если менее 50% – то скорее не могут.

С этой точки зрения можно говорить, что ученики, показавшие повышенный уровень ЕНГ, способны выполнить преобладающую часть заданий за исключением заданий № 9, 11, 14, 17 и 21 (Рисунки 1-3). Здесь и далее нумерация заданий соответствует первому варианту КДР8.

В группе учеников, показавших базовый уровень, менее 50% справились с заданиями 1-3, 4.2, 5, 6, 8, 9, 11, 14, 17, 21. Среди них 3 задания первой группы, 6 заданий – второй, 3 задания – третьей. Таким образом, в группе учеников с базовым уровнем ЕНГ фиксируется схожее ухудшение результатов по 1-й и 3-й группам проверяемых умений и более существенное – по 2-й группе.

Учащиеся, не достигшие базового уровня, достаточно успешны лишь в задании 15 с выбором одного верного ответа из четырех – самого легкого в работе (в группе показавших повышенный уровень с ним справились все (см. Рисунок 1). Приходится констатировать, что учащиеся, не достигшие базового уровня, не владеют в достаточной степени ни одним из рассматриваемых умений. Они в преобладающем большинстве не способны ни описывать и объяснять естественнонаучные явления, ни распознавать научные вопросы и применять методы естественнонаучного исследования, ни интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

Результаты выполнения отдельных заданий

Из шести заданий, направленных на проверку умений 1-й группы, наиболее сложными оказались задания № 9 и 21 (Рисунок 1).

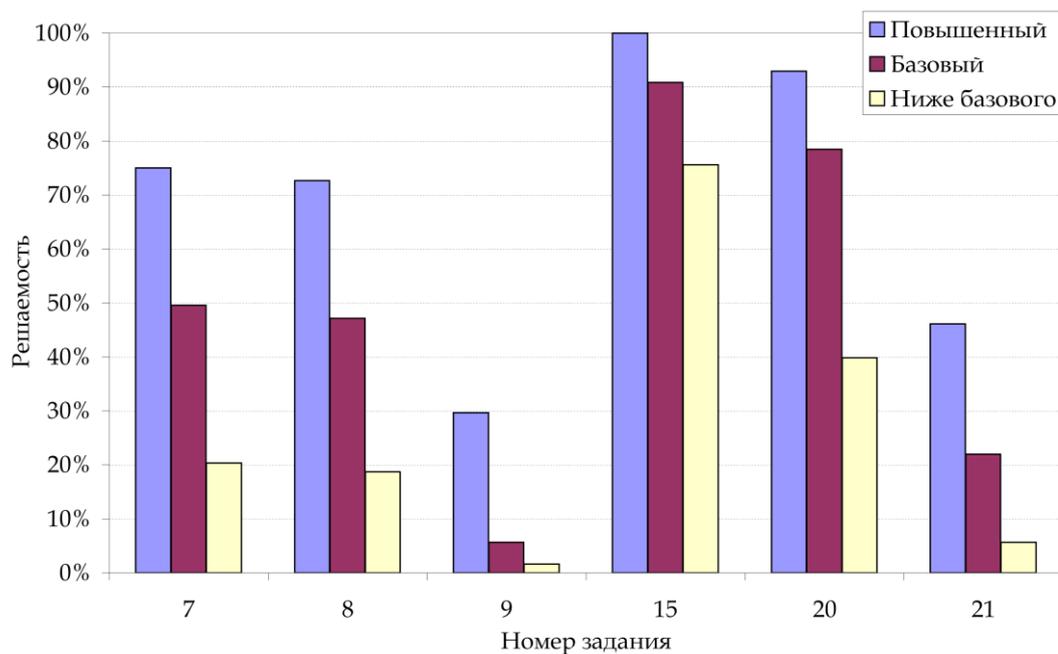


Рисунок 1. Средний процент выполнения заданий 1-й группы учениками с разным уровнем естественнонаучной грамотности

Из девяти заданий 2-й группы наибольшие трудности вызвали задания 11 и 14 (Рисунок 2). По этой группе в целом виден наиболее сильный разрыв в успешности учеников с повышенным уровнем ЕНГ и уровнем ЕНГ ниже базового.

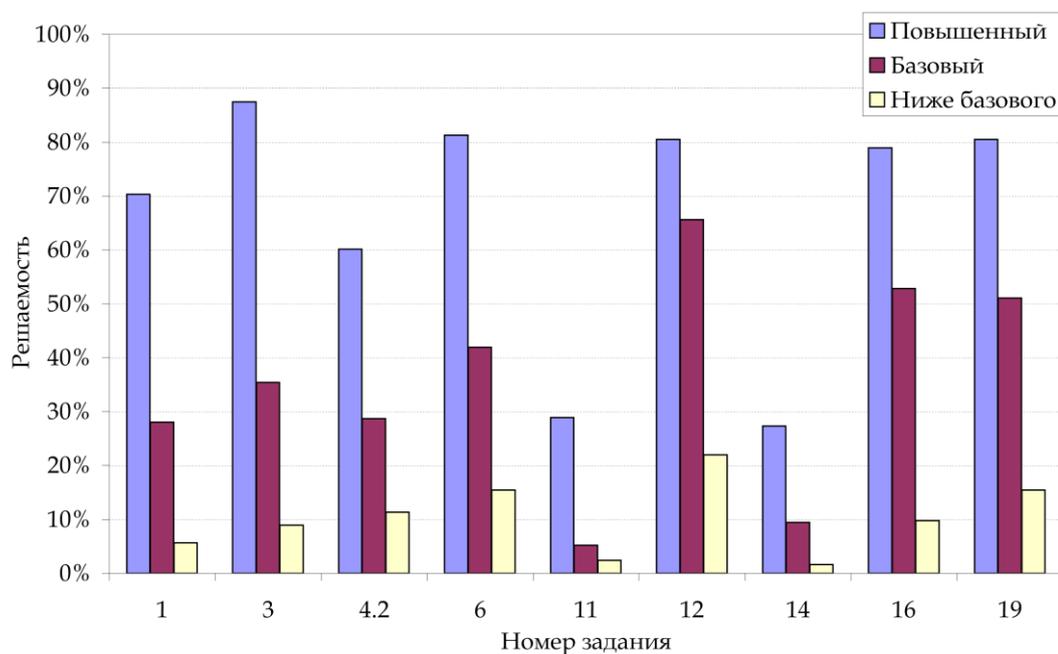


Рисунок 2. Средний процент выполнения заданий 2-й группы учениками с разным уровнем естественнонаучной грамотности

Из семи заданий, направленных на проверку умений 3-й группы, самым сложным оказалось задание 17 (Рисунок 3).

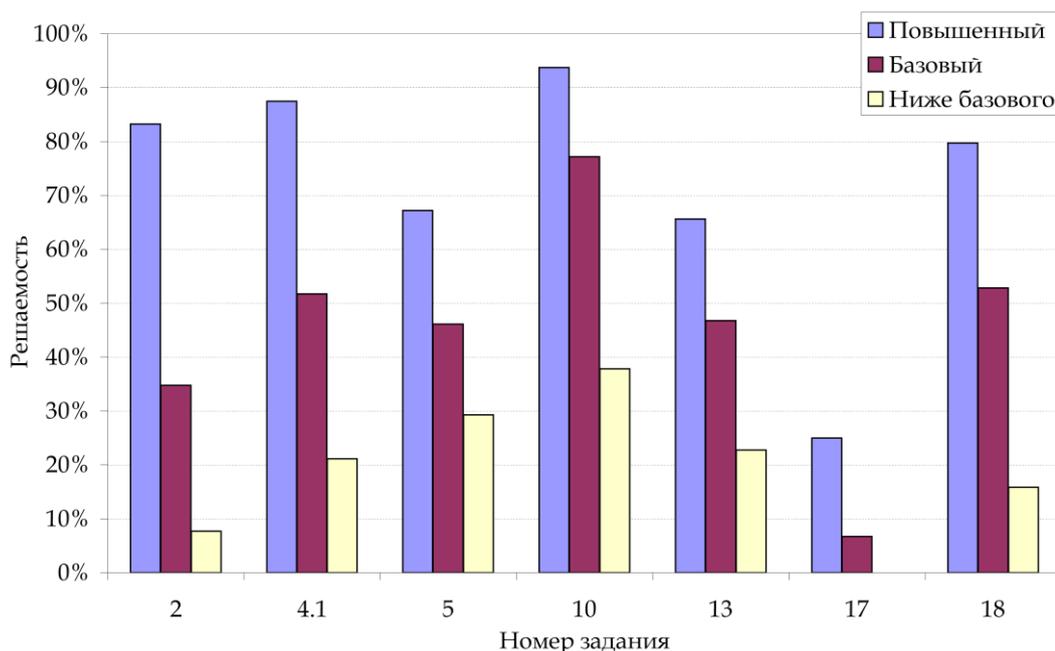
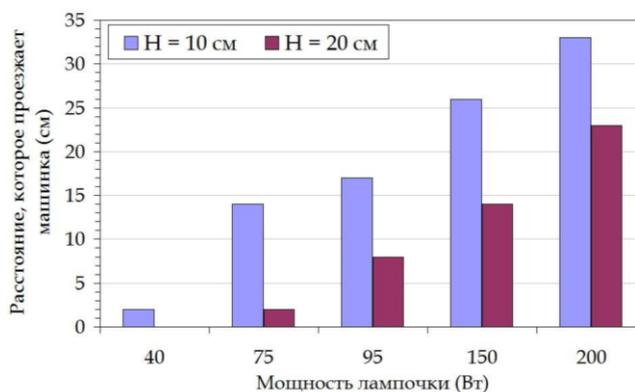


Рисунок 3. Средний процент выполнения заданий 3-й группы учениками с разным уровнем естественнонаучной грамотности

Представляется полезным рассмотреть самые трудные задания по отдельности. Но начать следует с заданий 1 и 2. Подобные задания, с одной стороны, могут быть достаточно легко введены в учебный процесс в привязке к разным темам. С другой стороны, они являются достаточно надежными маркерами при оценке сформированности ЕНГ.

Решаемость задания 1 (Рисунок 4) сложно назвать низкой: 70% в группе учеников с повышенным уровнем ЕНГ, 26% – среди учеников с базовым уровнем, всего 6% - среди учеников, не достигших базового уровня. Данное задание рассматривалось как некоторая контрольная точка, позволяющая определить, насколько учащиеся способны демонстрировать простейшие умения, прежде чем выполнять более сложные задания, включающие в себя аналогичные действия. Но его результаты не первый год удивляют, показывая, насколько много учеников испытывают сложности в анализе диаграммы, не понимают, что такое зависимость, и не видят зависимую переменную.

Задание 1. На диаграмме ниже представлены результаты, полученные учениками. Определите, какова была цель их исследования. *Впишите в ответ пропущенные величины.*



Цель работы – определить зависимость _____
от _____

Рисунок 4. Задание 1 в варианте 1

Задание 1 относится ко 2-й группе и направлено на проверку умения определять цель естественнонаучного исследования. При его выполнении учащимся необходимо было определить параметры, которые рассматривались в ходе эксперимента. Один из них зависимый, другие – варьируемые, от них зависит первый. Данные параметры были представлены на диаграмме, как подписи осей ординат и абсцисс и, соответственно, легенды. По сути, учащимся достаточно было переписать эти названия, дополнив соответствующее предложение. Поскольку в 2022 году достаточно было указать на один варьируемый параметр (мощность или высота размещения лампочки), ожидалось, что решаемость задания будет выше даже в группе самых слабых учеников. Но результат еще раз подтвердил, что причиной малой решаемости заданий с графиками и таблицами является не только не владение какими-то более сложными умениями, но и такими простыми, как способность понять и объяснить, что в них представлено.

При выполнении Задания 2 (Рисунок 5) учащимся необходимо было определиться с тем, какие выводы следуют из полученных результатов, а какие – нет. При этом все четыре вывода являются справедливыми по отношению к рассматриваемому естественнонаучному явлению, но только к двум из них можно действительно прийти, опираясь на результаты проведенного эксперимента.

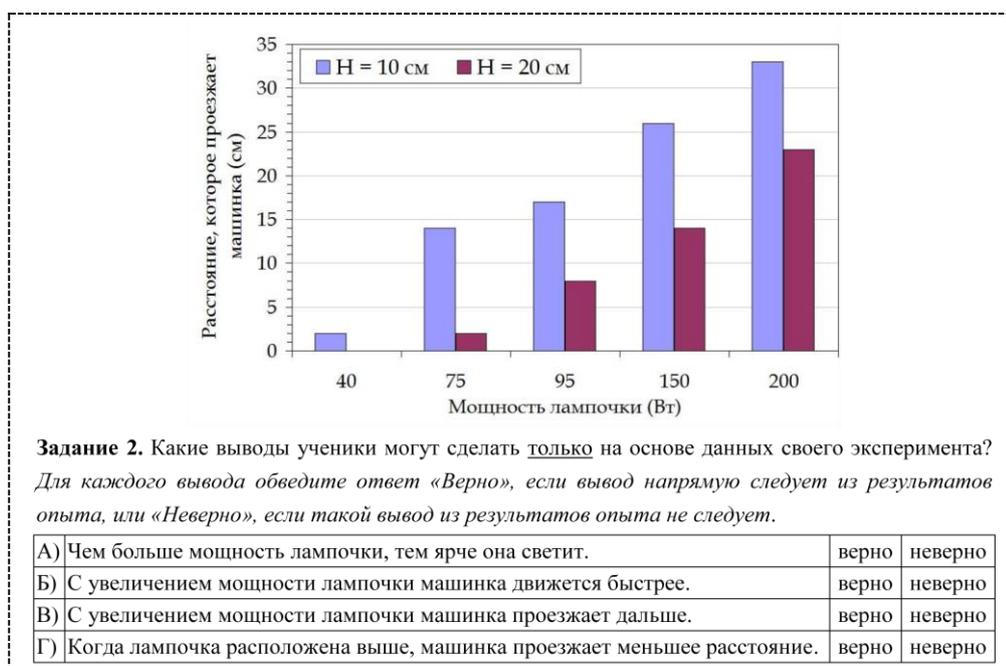


Рисунок 5. Задание 2 в варианте 1

Это задание, проверяющее умения анализировать и интерпретировать экспериментальные данные, делать соответствующие выводы, имеет самую высокую дифференцирующую способность (0,62) среди заданий работы, то есть очень четко разделяет сильных и слабых учеников, что подтверждают и данные на Рисунке 3. Среди учеников, продемонстрировавших повышенный уровень ЕНГ, его выполняют 73%, среди учеников с базовым уровнем – 47%, среди тех, чей уровень ниже базового, – 19%.

Теперь вернемся к рассмотрению **наиболее сложных заданий на 1-ю группу умений** и рассмотрим задание 9 (Рисунок 6).

Задание 9. В 2016 году международной командой исследователей из США, Китая и Южной Кореи была разработана сверхтонкая эластичная солнечная батарея, которую можно вживлять под кожу или «приклеивать» поверх нее, словно пластырь. Это гибкая пластина толщиной в 1/15 человеческого волоса. Её мощность очень мала (647 мкВт), но разработчики утверждают, что этого вполне достаточно.

Объясните, в чём преимущества использования такой батареи при использовании кардиостимулятора. Этот прибор вживляется в организм больного вместе с батарейкой, от которой он работает, чтобы поддерживать сердечный ритм и препятствовать остановке сердца.

Рисунок 6. Задание 9 в варианте 1

Задание оценивает умение применять естественнонаучные знания для объяснения явления. Здесь учащимся необходимо было, отталкиваясь от представлений, что солнечная батарея не требует подзарядки, а преобразует солнечную энергию в электричество, ответить на вопрос, в чём преимущество её использования вместе с кардиостимулятором по сравнению с обычной батарейкой.

Задание имеет повышенный уровень трудности. Его решаемость в группах учеников с разным уровнем ЕНГ составила: 30% (повышенный уровень), 6% (базовый уровень) и 2% (уровень ниже базового).

В этом задании, как в других заданиях с развёрнутым ответом, основные трудности вызваны неумением учеников лаконично и последовательно формулировать свои размышления, опираясь на научные факты. Необходимые пояснения о том, что такое кардиостимулятор, в задании были даны. Но речь могла бы идти и о других устройствах. Важно было, чтобы ученик в ответе указал на то, что солнечную батарею при вживлении не нужно менять, поскольку ей не требуется искусственная подзарядка.

Многие ученики начали рассуждать правильно, но пришли к выводу, что человеку с такой батареей можно заряжаться только под солнечными лучами, хотя для нее достаточно и дневного света. Ряд учеников привели в ответе только информацию из текста о параметрах этой батареи. Установка на выписывание сведений из текста вместо собственных объяснений или гипотез, которые вполне по силам, – еще одна распространенная проблема.

В задании 21 той же группы необходимо было обосновать требование врача по продолжительности приёма антибиотиков (Рисунок 7). Оно также имеет повышенный уровень трудности и достаточно низкую решаемость: 46% - повышенный уровень, 22% - базовый, 6% - уровень ниже базового.

Задание 21. Помимо строгой периодичности необходимо соблюдать и предписанную врачом продолжительность приёма антибиотиков. Если, например, врач назначил 7-дневный курс, то препарат нужно принимать 7 дней.

Объясните, с чем связано такое требование.

Рисунок 7. Задание 21 в варианте 1

Как верные принимались разные варианты ответов, в том числе указание на то, что такая продолжительность приёма необходима для полного уничтожения инфекции, что более долгий прием может спровоцировать побочные эффекты (например, аллергические реакции). При этом балл не снижался даже если ученики вместо бактерий писали о вирусах (с которыми антибиотики не борются). Однако решаемость задания всё равно оказалась достаточно низкой, многие ученики не приступили к ответу. Среди тех, кто приступил, многие не опирались на научные факты, а ограничивались утверждением: если врач назначил так, значит, так и надо делать.

Переходим к разбору заданий 11 (Рисунок 8) и 14 (Рисунок 9) – **самых сложных среди заданий 2-й группы**, проверяющих умение оценивать способ научного исследования и выбирать рациональный метод, направленный на получение определённого экспериментального или практического результата.

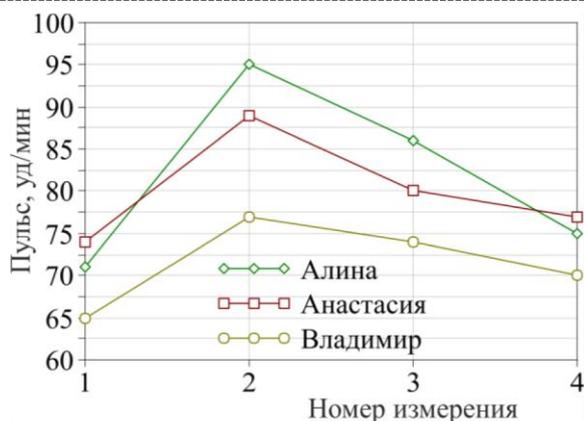


Рисунок 2 – Результаты измерений пульса учеников после бега

Задание 11. Можно ли только на основании результатов, приведённых на Рисунке 2, утверждать, что у девочек сердцебиение более частое, чем у мальчиков, как в покое, так и после выполнения физических упражнений? *Обведите букву верного ответа и обоснуйте его.*

А) Да Б) Нет

Рисунок 8. Задание 11 в варианте 1

Ключевым для задания 11 было понимание, что экспериментальных данных для вывода здесь недостаточно. Делать вывод, опираясь на результаты 1-2 измерений, когда влияние случайных погрешностей велико, нельзя. Реальный эксперимент должен включать в себя многократные повторения измерений, чтобы уменьшить влияние случайных погрешностей на конечный результат.

Стоит остановиться на двух типах неверных ответов. Часть участников пытались проанализировать график и сделать вывод, опираясь на представленные результаты. Другие указывали, что данных недостаточно, но строили доказательство на частных допущениях. Например, что мальчики могли быть более спортивными, чем Алина, поэтому и сердцебиение у них было более редкое. Так, конечно, могло быть, но могло быть и наоборот. Никакой информации об уровне спортивной подготовки в условии задания не было, поэтому такие размышления опираются исключительно на догадки и предположения, что, по сути, не является научным инструментом. Корректный ответ дали 29% учеников с повышенным уровнем, 5% - с базовым и 2% с уровнем ниже базового.

Задание 14. Во время эксперимента ученики поспорили, каким образом наиболее точно измерять пульс сразу после выполнения упражнения. Девочки утверждают, что удары пульса нужно подсчитывать в течение 15 секунд, а потом умножать результат на четыре. Владимир считает, что пульс нужно подсчитывать в течение 1 минуты. Кто из них прав? *Обведите букву верного ответа и обоснуйте его.*

- (А) Оба способа дадут одинаковый результат.
- (Б) У каждого из этих способов есть свои недостатки.
- (В) Прав Владимир.
- (Г) Правы девочки.

Рисунок 9. Задание 14 в варианте 1

В задании 14 учащимся необходимо было оценить два способа измерения пульса сразу после выполнения физического упражнения для получения максимально точного результата. Очевидно, что оба способа имеют свои недостатки: измерение в течение минуты сопровождается уменьшением пульса, измерение в течение более короткого времени – случайной погрешностью. Если ученик верно описывал недостатки обоих способов, задание считалось выполненным полностью и ответ оценивался в 2 балла. Если был указан недостаток только одного способа, ответ считался частично верным и оценивался в 1 балл.

Средняя решаемость составила 27% (повышенный уровень), 9% (базовый уровень) и 2% (уровень ниже базового). Как видим, даже в сильнейшей группе правильных ответов немного. Как правило, потому, что ученики ограничивались выбором ответа в первой части задания и не приводили каких-либо объяснений.

Задание 17 (Рисунок 10) на **3-ю группу умений** (умение анализировать и интерпретировать экспериментальные данные, делать соответствующие выводы) оказалось самым сложным в работе. С ним не справился почти никто из восьмиклассников с уровнем ниже базового, в группах с повышенным и базовым уровнем ЕНГ средний процент выполнения также был невысоким – 25% и 7% соответственно.

Данному заданию предшествовало задание 15, где на основании той же картинки надо было сделать вывод, какой антибиотик обладает большей антибактериальной активностью. С ним справилось большинство участников. Здесь же нужно было отстраниться от предыдущего вывода и посмотреть на ситуацию с другой стороны, поразмышлять, может ли тот же результат получиться в других условиях – при использовании одного и того же антибиотика. Ключевая идея задания в том, что при проведении эксперимента необходимо учитывать и контролировать разные факторы. Кроме выбора препарата, значение имеют продолжительность пребывания дисков в питательной среде, концентрация растворов. Указание на любой из этих факторов принималось как верный ответ. Но большинство учащихся выбирали ответ «Нет», считая достаточным обоснованием, что антибиотик тот же.

Для эффективной борьбы с определённым видом бактерий в идеале требуется провести исследование, чтобы выбрать наиболее подходящий препарат. В лаборатории оно проводится с помощью чашки Петри, в которой в специальной питательной среде выращиваются эти бактерии. В чашку кладутся бумажные диски, пропитанные растворами антибиотиков определённой концентрации. Периодически проводится наблюдение за ростом бактерий. Чем эффективнее действует антибиотик, тем больше диаметр пятна вокруг диска (так называемая зона ингибирования, или подавления), где бактериям не удалось вырасти (Рисунок 3).

Задание 17. Может ли на Рисунке 3 быть изображена ситуация, когда диски пропитаны раствором одного и того же антибиотика? *Обведите букву верного ответа и обоснуйте его.*

А) Да Б) Нет

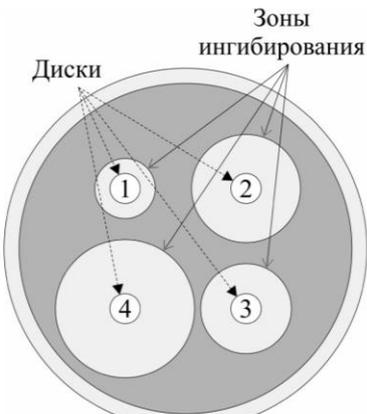


Рисунок 3 – Чашка Петри с бактериями в питательной среде и с четырьмя дисками с разными антибиотиками

Рисунок 10. Задание 17 в варианте 1

Выводы и рекомендации

Результаты проведения КДР8 в 2022 году показали, что наибольшую сложность для восьмиклассников представляет освоение умений второй группы естественнонаучных умений, включающей распознавание научных вопросов, применение методов естественнонаучного исследования, выбор метода проведения экспериментальной работы с учётом его преимуществ и недостатков. Иначе говоря, восьмиклассникам не хватает понимания того, как получать научные задания, надежные результаты, как строить исследование.

Умения первой и третьей группы: описание и объяснение естественнонаучных явлений на основе имеющихся научных знаний, интерпретация данных и использование для получения выводов необходимых научных доказательств – развиты лучше. Однако и по этим группам процент выполнения многих заданий значительно ниже 50%. А значит, есть над чем работать.

И эту работу стоит концентрировать как минимум вокруг трех направлений.

Во-первых, следует понимать, что обучение физике, химии и биологии должно быть направлено не только на овладение специфичными предметными знаниями и умениями. ФГОС ООО определяет и метапредметные умения, за развитие которых отвечает каждый предмет естественнонаучного цикла. Поэтому внутри каждого предмета обучение должно включать в себя отработку универсальных умений естественнонаучной группы, таких как, например,

- умение формулировать задачу исследования, выдвигать научные гипотезы и предлагать способы их проверки;
- умение определять план исследования и интерпретировать его результаты, использовать при этом приемы, повышающие надежность получаемых данных;
- умение объяснить реальное явление на основе имеющихся знаний, аргументированно прогнозировать развитие какого-либо процесса;
- умение формулировать выводы на основе анализа данных, представленных в форме графиков, таблиц или диаграмм.

Во-вторых, нужно более тесно выстраивать координацию предметов: там, где это возможно синхронизировать изучение одних и тех же тем, явлений, закономерностей, договариваться об общих подходах к рассмотрению ключевых понятий, например, понятия зависимости – на уроках алгебры и физики. Могут быть полезны интегрированные уроки по некоторым темам, близким по содержанию разным предметам, межпредметные мероприятия: выполнение проектных или исследовательских работ, позволяющих рассмотреть одно и то же явление или один и тот же объект с позиции разных предметов. Учитывая, что изучение биологии, физики и химии начинается в разное время, можно создавать команду учеников из разных параллелей.

В-третьих, представляется целесообразным включение в учебный план пропедевтического курса естествознания в 5-6 классах. В некоторых школах такие курсы уже реализуются, но их содержание иногда не поддерживает, а угнетает интерес младших подростков к окружающему миру. Такой курс не должен быть фрагментарным пересказом того, что будет более детально рассматриваться в старших классах, с заучиванием формул и прорешиванием расчетных задач. Его ключевой задачей должно быть развитие познавательных интересов и стратегий.

Практическое использование результатов КДР8 может быть реализовано разными способами. Начать можно с заданий, которые повторяются от года к году, чтобы проработать умения, без которых в естественнонаучной области невозможно обойтись: «чтение» графика, диаграммы, выбор способа поиска ответа на исследовательский вопрос, формулирование корректных выводов на основе полученных данных наблюдения или эксперимента и т.д. Важно разобрать отдельные задания из списка самых сложных, чтобы учени-

ки увидели, что они им по силам, попробовали свои силы не только в индивидуальной, но и в групповой работе, когда можно не просто проявить, но и приобрести конкретные навыки и умения.

Список источников

1. OECD (2019), PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
2. 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.
3. Пентин А.Ю. Что нам делать с PISA? // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. 2008. №4. С. 35-40.
4. Приказ от 17 декабря 2010 г. №1897 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».
5. Описание инструментария и процедуры проведения оценки естественнонаучной грамотности в 8 классе (КДР8). URL: <https://coko24.ru/wp-content/uploads/2021/06/Описание-КДР8-1.pdf>, дата обращения: 13.04.2022.