

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ЗАДАНИЙ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ПРИМЕНЕНИЕ ПРИЁМОВ НАУЧНОГО МЕТОДА ПОЗНАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ ЖИЗНЕННЫХ СИТУАЦИЯХ¹

Заграничная Надежда Анатольевна,

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник Центра естественнонаучного образования ФГБНУ «ИСРО РАО», Москва, e-mail: natolzag2009@yandex.ru

Паршутина Людмила Александровна,

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник Центра естественнонаучного образования ФГБНУ «ИСРО РАО», Москва, e-mail: parshutinala@mail.ru

Пентин Александр Юрьевич,

кандидат физических наук, заведующий Центром естественнонаучного образования ФГБНУ «ИСРО РАО», Москва, e-mail: pentin@mail.ru

АВТОРЫ СТАТЬИ РАССМАТРИВАЮТ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕССЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ И МЕТОДОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ. ПРИВОДЯТ ДАННЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ И ОВЛАДЕНИЯ ИМИ УМЕНИЯМИ НАУЧНОГО МЕТОДА ПОЗНАНИЯ.

• ЕНГ • освоение научного метода познания • исследовательские умения • диагностическое исследование

В последние годы в отечественном образовании проявились факторы, обуславливающие направления дальнейшего развития общеобразовательной школы. Среди них можно выделить факторы, влияющие на процессы совершенствования содержания и методов естественнонаучного среднего общего образования. Это:

- осознание необходимости достижения выпускниками школы естественнонаучной грамотности (ЕНГ) как уровня образованности, который обеспечивает формирование научного типа мышления и научного мировоззрения;
- необходимость развития познавательных возможностей школьников, их «умения учиться», умений осуществлять

учебное сотрудничество с педагогами и сверстниками, работать с информацией, использовать ИКТ (ФГОС ООО).

Особое значение приобретает фактор формирования естественнонаучной грамотности выпускников школы, которая лежит в основе функциональных возможностей человека. Этот личностный ресурс приобретает всё большее значение в современном обществе, в котором происходит быстрая смена технологий и нарастает поток информации. Кроме того, ЕНГ является показателем качества образования в международных исследованиях, таких как PISA, TIMSS. Российские школьники по критерию «Естественнонаучная грамотность» показывают невысокие результаты [5]. Это служит определённым стимулом для совершенствования методик преподавания химии, биологии, физики и других дисциплин в данном направлении.

Такой эффективной методикой обучения является опора на научный метод познания в образовательном процессе. С точки зрения формирования ЕНГ этот подход исторически обоснован и уже подтвердил свою

¹ Статья выполнена в рамках проекта «Обновление содержания общего естественнонаучного образования и методов обучения естественнонаучным предметам в условиях современной информационной среды». Шифр проекта № 27.6122.2017/БЧ.

результативность. Методика обучения на основе научного метода познания позволяет учащимся освоить востребованные сегодня умения: определять проблему, формулировать гипотезу для нахождения решения, планировать свои действия, проводить эксперименты, оценивать полученные результаты; представлять научные аргументы для обоснования своих выводов. Этот подход ориентирует каждого учащегося на творческий, исследовательский характер деятельности. Владение учащимися знаниями о методах познания окружающей действительности и освоение исследовательских умений относят к «методологической культуре», которая рассматривается как базовый компонент личностной культуры человека в современном обществе [2].

Формирование ЕНГ учащихся на основе научного метода включает освоение умений, которые составляют личностные и метапредметные результаты обучения в соответствии с ФГОС ООО, и опирается на предметные знания и умения. Поэтому учитель, организуя работу с учащимися в этом направлении, тем самым достигает требуемых государственным образовательным стандартом результатов (в этом можно убедиться, ниже познакомившись с кодификатором умений ЕНГ).

Технология исследования уровня освоения умений научного познания

Прежде чем начинать работу, направленную на освоение научного метода познания, учителю необходимо установить начальное состояние знаний и умений учащихся. Естественнонаучная грамотность как уровень образованности может быть представлена системой результатов обучения (компетенций), конкретизированных в виде умений научного познания. Для проведения стартовой диагностической работы нами были определены компетенции и умения, которые входят в планируемые результаты обучения и рассматриваются как критерии оценивания.

Это следующие результаты (компетенции), которые могут свидетельствовать о сформированности ЕНГ и об освоении научного метода выпускниками основной школы:

1. Понимать основные особенности естественнонаучного исследования. Применять исследовательские умения.
2. Объяснять или описывать естественнонаучные явления на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозировать возможные изменения и последствия.
3. Интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов, их анализа и оценки достоверности.

Для каждого планируемого результата выделены умения (составлен кодификатор), которыми должен овладеть ученик.

Пример фрагмента кодификатора:

<p>1. Понимание основных особенностей естественнонаучного исследования. Применение исследовательских умений</p>	<p>Распознавать и формулировать цель и задачи данного исследования</p> <p>Выдвигать гипотезу</p> <p>Предлагать экспериментальные методы для проверки гипотезы или для доказательства утверждений</p> <p>Планировать проведение научного исследования, этапы работы по проверке гипотезы</p> <p>Описывать и объяснять способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность и достоверность данных</p>
--	---

Задания на применение определённых умений были составлены по теме «Вода», т.к. данный учебный материал занимает важное место в содержании обучения в 8 классе, его знание и умение применять знания относятся к предметным результатам по химии и биологии. При выборе темы принималась во внимание роль данного вещества в природе, в организме человека и в его повседневной жизни. В заданиях учащимся предлагалось применить имеющиеся знания и умения в контексте реальных жизненных ситуаций.

Первые три задания на применение умений, входящих в состав I и II планируемых результатов (критериев), были составлены на основе учебного содержания курса химии, а задания с четвёртого по шестое, соответствующие III критерию, — на основе содержания курса анатомии. Для выполнения

заданий каждому ученику предоставлялся *Лист ответов* в определённой технологичной форме, позволяющей учащимся быстро записать ответ, а экспертам соотнести его с требованиями к умениям и оценить (См. Приложение). Для учителей была разработана инструкция проведения диагностической работы. Для экспертов — критерии и показатели оценки, примерные образцы выполнения заданий.

Уровень освоения умений определялся на основе величины K_y — **коэффициент усвоения** по формуле:

$$K_y = \frac{N}{N_{\text{макс}}} \times 100\%$$

N — балл, полученный учеником за выполнение задания.

$N_{\text{макс}}$ — максимально возможный балл за выполнение задания.

30%–50% — низкий уровень.

50%–70% — достаточный уровень.

70%–100% — высокий уровень.

Баллы за задания на применение умений, относящихся к одному критерию, суммировались. Таким образом, были получены значения K_y , по которым можно было судить об уровне достижения каждого планируемого результата и, в свою очередь, сделать выводы о степени сформированности ЕНГ. Как видим, значения K_y являются показателями овладения общеучебными умениями, которые отражают сформированность информационных, коммуникативных, регулятивных УУД, а также способность к решению проблем. Эти данные должны использоваться для того, чтобы помочь учителю определить направления дальнейшей учебной работы с учащимися, скорректировать их учебные достижения. Проследить за продвижением каждого ученика возможно, если сопоставить достигнутый им уровень с его же результатами в последующих диагностических исследованиях.

Диагностическую работу в проведённом исследовании выполнили 262 ученика. Для каждого из них вычислены K_y умений по трём критериям — планируемым результатам ЕНГ. Полученные данные могут быть представлены в различных форматах: для каждого ученика класса, сводные результаты всех классов школы, результаты разных школ, средние результаты по району. Например.

Приведённые на рисунке 1 довольно низкие значения K_y умений являются достаточно типичными для ситуаций, когда не проводилась специальная работа преподавателей по формированию определённых умений, не применялась методика освоения научного метода в обучении. Подобные результаты были получены и в других школах — экспериментальных площадках до начала совместной экспериментальной методической работы. Они свидетельствуют, что без целенаправленной работы учителя метапредметные и многие личностные результаты учащимися не достигаются, ЕНГ как уровень образованности не формируется на достаточном уровне [1; 3]. Полученные данные помогут учителям выделить существующие проблемы и спланировать работу по их решению.

Анализ результатов учащихся при выполнении заданий на учебном материале предмета «Химия». Овладение общеучебными умениями в ходе обучения химии напрямую связано с достижением предметных результатов, предусмотренных ФГОС ООО и конкретизированных в ПООП и рабочих программах по предмету. Эта взаимосвязь проявилась и в ходе нашего исследования. Те школьники, которые хорошо владели учебным материалом по химии, более успешно применяли его при выполнении заданий. Задания в данной диагностической работе были направлены на выявление умений ЕНГ, но одновременно мы получали данные о предметных знаниях и умениях по химии

Наибольшие затруднения вызвали задания на применение умений, соответствующих первому критерию: «*Понимание основных особенностей естественнонаучного исследования. Применение исследовательских умений*».

Эти умения были представлены в задании:

Задание 1 (вариант 1): *Умения выдвигать гипотезу; предлагать экспериментальные методы для проверки гипотезы или для доказательства утверждений.*

Текст задания 1. Известно, что уникальность воды состоит в том, что её свойства аномальны (необычны) по сравнению с другими водородными соединениями неметаллов. Так, при +4 °С плотность воды

максимальна ($0,9998 \text{ г/см}^3$), а при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ плотность образующегося льда становится меньше ($0,9200 \text{ г/см}^3$). Приведите пример проявления этого свойства воды в природных процессах. Сформулируйте гипотезу, объясняющую природное явление, и предложите простой экспериментальный способ её подтверждения.

В первом задании учащиеся по имеющимся научным фактам должны были определить проблемную ситуацию — привести пример проявления рассматриваемого свойства воды в природе, затем сделать предположение — гипотезу для объяснения сути этого явления и предложить простое экспериментальное подтверждение своего предположения.

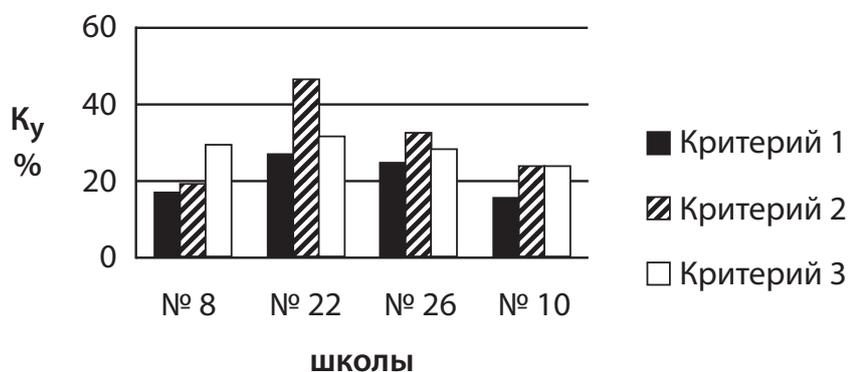
Проблемы, возникшие у школьников при выполнении этого задания, привели к низкому результату (рис. 1). Эти проблемы были свя-

заны не только с низким уровнем исследовательских умений, но и с недостаточным уровнем усвоения предметных знаний и умений как по химии, так и по другим естественнонаучным дисциплинам. Учащиеся не смогли применить знания о нахождении воды в природе, её роли в природных процессах; не сумели связать теоретические знания с реальными явлениями в окружающем мире.

Более высокие результаты были получены при выполнении заданий по второму критерию: «Объяснять или описывать естественнонаучные явления на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозировать возможные изменения и последствия». Проверялось освоение следующих умений:

Задание 2. Умение объяснять принцип действия технического устройства или технологии.

Результаты диагностики ЕНГ учащихся Раменского района



Средний уровень ЕНГ учащихся (2018 г.)

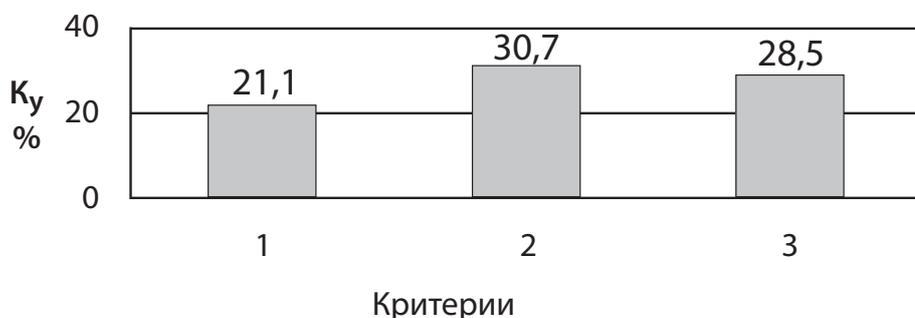


Рис. 1. Результаты диагностики уровня ЕНГ учащихся в Раменском районе Московской области

Задание 3. Умения:

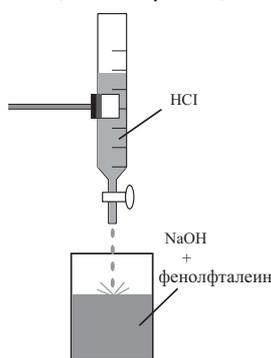
- делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления; предсказывать изменения (что будет, если...) объектов или процессов при изменении каких-либо параметров (3.1);
- объяснить сущность явлений, свойства объектов (Почему? Как? Зачем?) (3.2);
- представлять строение, структуру, свойства, функции объектов, протекание процессов в виде материальных, аналоговых или знаковых моделей (3.3).

Текст задания 2. Представьте ситуацию: в походе у вашей группы закончилась питьевая вода, взятая из города в бутылках. Речка, на берегу которой вы остановились, загрязнена: вода засоренная, мутная, имеет неприятный запах. Предложите простое и доступное приспособление для очистки воды из речки, чтобы сделать её пригодной для приготовления пищи и безопасной для здоровья. В вашем распоряжении имеются пластиковые бутылки, медикаменты из походной аптечки, речной песок и гравий. Как будет работать это приспособление? Изобразите его схему. Поясните, на каких научных знаниях основана очистка воды.

В этом задании большинство учащихся изобразили реалистичную схему приспособления, сделанного из пластиковой бутылки. Были трудности при составлении описания работы устройства. Это может быть связано с недостаточным знанием свойств конкретных веществ и непониманием сути происходящих процессов (отставания, фильтрования, адсорбции, кипячения, окисления). Ещё большие затруднения вызвала та часть задания, где требовалось назвать научные знания, на которых основана очистка воды. Выяснилось, что большинство учащихся плохо владеет химическими терминами и не знает многих основных понятий (процедить вместо фильтровать и т.п.). Необходимо отметить низкий уровень овладения научным языком, неумение многих школьников грамотно писать и формулировать свои мысли.

Текст задания 3. Вода нейтральна. Она не изменяет окраску индикаторов, указывающих на кислую или щелочную среду в растворе. Это свойство воды необходимо учитывать при проведении химических экспериментов.

Ученик изучал количественные отношения веществ в реакции нейтрализации (рис.).



К 100 мл раствора гидроксида натрия он добавил раствор фенолфталеина и, затем по каплям приливал из бюретки раствор соляной кислоты. Когда можно считать, что реакция между щелочью и кислотой произошла?

1. Выбери правильный ответ.

При добавлении последней капли:

- получился раствор малинового цвета;
- получился бесцветный раствор;
- получился мутный раствор с белым осадком;
- выделились пузырьки газа.

2. Почему наблюдается выбранный вами признак химической реакции?

3. Представьте химическую реакцию в виде знаковой модели.

4. Для чего важно добавлять реагент из бюретки по каплям?

Результаты выполнения задания 3 показали, что большинство учащихся знают особенности протекания реакции нейтрализации, поэтому продемонстрировали способность применить умения по второму критерию на данном примере.

Но некоторые ответы учеников показали, что они не видели этой химической реакции в действительности, не проводили реальные химические опыты. Таким образом, проявилась острая для учебного предмета «Химия» проблема: учащиеся не имеют достаточного опыта проведения химического эксперимента, которому уделяется слишком мало внимания в учебном процессе.

Анализ результатов учащихся при выполнении заданий на учебном материале предмета «Биология». Что же касается биологии, то вторая часть диагностической работы включала задания под номерами 4,

5, 6, составленные с опорой на содержание курса анатомии в 8-м классе.

Все три задания относились к проверке компетенций ЕНГ «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, их анализа и оценки достоверности» с разными критериями оценивания. Средний K_y — усвоения умений за три задания составил 28,5%. Больше всего затруднений вызвали у учащихся задания № 4 и № 6.

Проверяемое задание № 4 по критерию «Интерпретировать известные научные факты и сформулировать выводы, аргументы, доказательства», включало выполнение умения обобщать имеющиеся факты и на этой основе аргументировать или доказывать правильность своих выводов.

Текст задания № 4. Учёные Германии проводили исследования, целью которых стало выяснить, как с помощью воды можно избавиться от лишнего веса. В ходе эксперимента было доказано, что вода стимулирует процессы обмена веществ, активизирует расход калорий, способствует сжиганию жиров. Исходя из этого специалисты рекомендовали «обязательно включать большое количество воды в рацион тех людей, которые борются с лишним весом».

Оцените с научной точки зрения, как вода влияет на обмен веществ. Приведите аргументы. Объясните, можно ли заменять воду такими напитками, как сок, кока-кола, газированная вода, морс, квас.

Результат выполнения задания: K_y — 23%. Как показал анализ работ, учащиеся затруднялись дать полноценные ответы, не смогли с научной точки зрения объяснить влияние воды на обмен веществ. Допускали грубые биологические ошибки и неточности.

Задание № 5 включало два критерия оценивания. Первый критерий:

«Выявлять закономерность в данных, представленных в виде рисунка, графика, таблицы, диаграммы и т.п.». Вторым критерий: «Анализировать данные и делать соответствующие выводы».

Текст задания № 5. Известно, что тело человека преимущественно состоит из воды. Роль воды в организме очень большая: вода участвует во всех обменных процессах и оказывает значительное влияние на здоровье. Рассмотрите рисунок, в котором приведено 8 научных фактов о роли воды. На основании представленных научных фактов дайте обоснованные ответы на вопросы:

8 причин пить воду



1. В каких жизненных ситуациях человеку необходимо больше воды?

2. По каким признакам можно установить, что человеку не хватает воды в организме?

3. Если ты вдруг заболел, что ты будешь делать в первую очередь:

- а) делать согревающие процедуры;
- б) пить лекарство, которое найдёшь в Интернете;
- в) пить много жидкости;
- г) ляжешь спать.

Поясни свой выбор ответа.

Данное задание оценивалось по следующему умению: формулировать выводы и обосновывать ответы на основе анализа данных, представленных в различных формах: рисунки, графики, таблицы и др.

Общий результат выполнения задания: K_y — 34%. Правильные ответы дали только 32% учащихся, 68% допустили ошибки и неточности. Обосновать ответы на поставленные вопросы затруднялись.

Во время выполнения задания № 6 учащиеся столкнулись с большими трудностями. Критерий оценивания задания: «Оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников. Отличать

научную информацию от ненаучных высказываний». В задании № 6 оценивался уровень следующего умения — формулировать доказательства и обосновывать ответы на основе анализа данных, представленных в различных формах: рисунки, графики, таблицы и др.

Текст задания № 6. *Вода участвует во всех процессах нашего организма, поэтому неудивительно, что от её качества и достаточного количества зависит самочувствие и внешний вид человека. Вода делает человека здоровым!*

Рассмотрите предложенные учёными и врачами утверждения и сформулируйте свои доказательства в пользу регулярного потребления воды и её влияния на организм человека.

Утверждения о роли воды в организме человека	Доказательства
Вода выводит токсины	
Правильное пищеварение	
Здоровая кожа	

Результат выполнения задания: K_y — 25%. Только четверть учащихся смогли сформулировать свои доказательства на предложенные утверждения, больше половины учеников оставляли пустые колонки в таблице без объяснений.

На основании полученных результатов по биологии были сделаны выводы, что учащиеся 8-х классов затрудняются объяснять или распознавать научно обоснованные доказательства, дают очень краткие и упрощённые ответы на поставленные вопросы. Более 70% школьников не могут сформулировать выводы, привести доказательства, аргументировать свою точку зрения на поставленную проблему.

Выводы

В заключение ещё раз остановимся на тех проблемах, которые были выявлены в рамках проведённого диагностического исследования состояния естественнонаучной грамотности учащихся и овладения ими умениями научного метода познания. Эти проблемы ждут своего решения в школьном естественнонаучном образовании:

- Низкий уровень освоения школьниками умений естественнонаучного исследования ($K_y = 21,1\%$).
- Недостаточное овладение умениями объяснять или описывать естественнонаучные явления на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозировать возможные изменения и последствия (30,7%); умениями интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов, их анализа и оценки достоверности (28,5%).
- Учащиеся не всегда могут связать теоретические знания о свойствах вещества, о его нахождении в природе и роли в природных процессах с реальными явлениями в окружающем мире.
- У многих учащихся отмечены низкий уровень владения научным языком, неумение грамотно формулировать свои мысли.
- Проведению реальных, а не виртуальных, демонстрационных и лабораторных опытов уделяется слишком мало внимания в учебном процессе. Вследствие чего значительная часть школьников не имеет достаточного опыта осуществления химического эксперимента.

Все названные проблемы отражаются, в конечном счёте, в миропонимании и научном мировоззрении выпускников, проявляются в низком уровне функциональной грамотности, в частности естественнонаучной грамотности. Об этом свидетельствуют цитаты из реальных ответов некоторых восьмиклассников, записанных ими при выполнении рассматриваемой работы (стилистика, пунктуация и орфография сохранены):

Реки и другие водоёмы за зиму увеличиваются в объёме и весной вместо обычного уровня воды, появляется ещё 10% и происходят наводнения.

Когда на улице холодно вода замерзает, тем самым в ней появляется больше газа, который увеличивает объём воды.

Нальём в колбочку 100 мл воды. Затем заморозим это количество воды в лёд. Затем разморозим лёд. Воды станет больше. Это покажет линия, которую мы отметили.

В стеклянную банку налить воды и заморозить её. После размораживания банка треснет из-за расширения воды.

Уголь впитывает бактерии и грязную воду.

В марганцовке содержится обсорбент, который убивает бактерии.

Нерастворимые объекты отделяются от жидкости с помощью цежения.

Марля и кусочки ваты останавливают поток вредных микробов.

Кислота прореагировала с раствором фенолфталеина, а щёлочь показывает произошла ли реакция.

Вода реагирует с кислотой, и эту реакцию выявляют с помощью индикатора.

При взаимодействии кислоты и гидроксида мы получаем мутный раствор и должен выпасть белый осадок.

NaOH состоит из воды и натрия.

Для решения названных проблем необходима специальная работа по совершенствованию как содержания и методов обучения, так и дидактического обеспечения естественнонаучного образования в школе.

Приложения

Диагностическая работа по теме «ВОДА». Вариант _____

Лист ответов учащегося _____
(фамилия, имя) (класс, школа)

Задание 1

Пример:
Гипотеза для объяснения:
Эксперимент для подтверждения гипотезы:

Задание 2

Схема приспособления для очистки воды	Принцип работы

Научные знания, использованные для создания приспособления:

Задание 3

1. Правильный ответ: _____.

2. Признак химической реакции наблюдается потому, что

3. Знаковая модель реакции:

4. Добавлять реагент из бюретки по каплям нужно для того, чтобы

Задание 4

Приведите аргументы:

Объясните:

Задание 5

Вопросы	Обоснованные ответы

Задание 6

Утверждения	Доказательства

Инструкция для проведения диагностической работы и анализа её результатов (фрагмент)

Заранее познакомьте учеников с целью проведения диагностики (определение уровней ЕНГ, метапредметных результатов обучения).

Цель: выяснить уровень развития информационных, коммуникативных умений, логических умений, способности решать проблемы, связанные с естественными науками. По результатам оценивается уровень достижений каждого учащегося и даются рекомендации для совершенствования общеучебных умений.

2. Полезно заранее дать задание учащимся повторить учебный материал по теме диагностической работы. В целях формирования осознанного отношения учеников к решению заданий рекомендуется предоставить им возможность ознакомиться с перечнем проверяемых общеучебных умений, используемых в качестве критериев оценивания.

3. На выполнение диагностической работы отведено 45 мин. За одним столом могут работать не более двух учащихся. Перед началом диагностической работы на каждом столе должны находиться *два разных варианта заданий и лист ответов для каждого учащегося*.

4. Работа начинается с инструктажа (5 мин.):

- каждый учащийся *самостоятельно* выполняет работу на выданном листе ответов в соответствии с заданиями своего варианта;
- ответы должны записываться аккуратно и понятно, в специально отведённых местах в соответствии с общепринятыми нормами оформления письменных работ;
- во время выполнения диагностической работы *нельзя переговариваться и совершать действия, мешающие другим*;
- норматив времени: на выполнение тестовых заданий с выбором ответа отводится по 1–2 мин., на выполнение заданий с открытым ответом — по 5–7 мин.;

5. Проверка результатов работы осуществляется в соответствии с **Рекомендациями для оценивания работ учащихся**. Рядом с каждым ответом ученика красным цветом выставляется число баллов по критериям, используемым для оценивания данного задания. Результаты диагностики предоставляются для ознакомления учащимся и родителям. Полученные результаты используются учителем для корректировки работы как с отдельными учащимися, так и с классами. □

Рекомендации для оценивания работ учащихся (фрагмент)

Задание 1

Планируемый результат обучения 1. Применение исследовательских умений.

Критерии оценивания: Предлагать гипотезу. Предлагать экспериментальные способы для проверки гипотезы или для доказательства утверждений.

№	Действия учащегося	Баллы
1	Привёл один из возможных примеров: На поверхности водоёма образуется слой льда , который из-за плохой теплопроводности не даёт воде охлаждаться дальше, поэтому водоёмы не промерзают полностью . В природных водоёмах под слоем льда находится вода с $t^0 = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это обеспечивает возможность жизни для рыб и других живых организмов. Гипотеза для объяснения: лёд легче воды , он не тонет , а плавает на поверхности	2 балла за каждый из возможных ответов (2)
		2
2	Предложил эксперимент для подтверждения: пластинку льда положить на воду — она не утонет; поставить ёмкость с водой на некоторое время на мороз — замерзание начнётся с поверхности воды. Под слоем льда будет находиться жидкая вода	1 балл за каждый из вариантов ответа
	Суммарный максимальный балл	5

Литература

1. *Заграничная Н.А., Паршутина Л.А.* Методы формирования естественнонаучной грамотности учащихся основной школы: интегративный подход // Школьные технологии. — 2017. — № 3. — С. 20–26.
2. *Мычко Д.И.* Вопросы методологии и истории химии: от теории научного метода к методике обучения: пособие. — Минск: Издательский центр БГУ. — 2014. — 295 с.
3. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М.* Естественнонаучная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы: контрольные материалы // Школьные технологии. — 2016. — № 1. — С. 19–29.
4. *Паршутина Л.А., Заграничная Н.А.* Наблюдение — как один из приёмов формирования научного метода познания в преподавании естественнонаучных предметов (биологии и химии) // Современное педагогическое образование. — 2018. — № 2. — С. 26–31.
5. *Пентин А.Ю., Ковалёва Г.С., Давыдова Е.И., Смирнова Е.С.* Состояние естественнонаучного образования в российской школе // Вопросы образования / Educational Studies Moscow. — 2018. — № 1. — С. 79–106.

References

1. *Zagranichnaya N.A., Parshutina L.A.* Metody formirovaniya estestvennonauchnoj gramotnosti uchashchihsya osnovnoj shkoly: integrativnyj podhod // Shkol'nye tekhnologii. — 2017. — № 3. — S. 20–26.
2. *Mychko D.I.* Voprosy metodologii i istorii himii: ot teorii nauchnogo metoda k metodike obucheniya: posobie. — Minsk: Izdatel'skij centr BGU. — 2014. — 295 s.
3. *Razumovskij V.G., Pentin A.Yu., Nikiforov G.G., Popova G.M.* Estestvennonauchnaya gramotnost' i ehksperimental'nye umeniya vypusknikov osnovnoj shkoly: kontrol'nye materialy // Shkol'nye tekhnologii. — 2016. — № 1. — S. 19–29.
4. *Parshutina L.A., Zagranichnaya N.A.* Nablyudenie — kak odin iz priyomov formirovaniya nauchnogo metoda poznaniya v prepodavanii estestvennonauchnyh predmetov (biologii i himii) // Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie. — 2018. — № 2. — S. 26–31.
5. *Pentin A.YU., Kovalyova G.S., Davydova E.I., Smirnova E.S.* Sostoyanie estestvennonauchnogo obrazovaniya v rossijskoj shkole // Voprosy obrazovaniya / Educational Studies Moscow. — 2018. — № 1. — S. 79–106.