

Методика развития и оценки естественнонаучной грамотности: опыт массового онлайн-обучения

**Мансурова
Светлана Ефимовна**

доктор философских наук, начальник отдела
ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России»,
academy@apkp.ru

**Камзеева
Елена Евгеньевна**

кандидат физико-математических наук, ведущий
эксперт ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения
России», член комиссии по разработке КИМ
для ГИА по физике,
kamzeeva@mail.ru

Ключевые слова: функциональная грамотность, компетенции естественнонаучной грамотности, ФГОС ООО, требования к результатам освоения основных образовательных программ, учебная деятельность, учебные задания.

*Он взрослых изводил вопросом «Почему?»
Его прозвали «маленький философ».
Но только он подрос, как начали ему
Преподносить ответы без вопросов.
И с этих пор он больше никому
Не досаждал вопросом «Почему?»
С. Я. Маршак*

Комплексное и многозначное понятие «грамотность» становится одним из центральных в условиях сверхдинамично развивающегося информационного общества, в условиях, которые изменили мировоззренческие установки и систему ценностей. Сегодня возник отчётливый запрос на формирование особой, *новой грамотности*, которая трактуется не просто как утилитарный комплекс различных умений, но как готовность и способность присваивать непрерывно обновляющиеся реалии, принимать решения в условиях роста экономических и социальных проблем, цифровизации всех сфер жизни, т. е. постоянно учиться жить «по новым правилам». Анализ показывает, что прикладное по отношению к социальной практике понятие «новая грамотность» «отзеркаливается» в образовательных системах через понятие «функциональная грамотность».

Впервые понятие «функциональная грамотность» в контексте математического, естественнонаучного, социально-культурного направлений появилось в государственных образовательных стандартах 2004 года. Функциональная грамотность трактовалась как условие, необходимое для жизни в современном обществе, и поэтому формирование функциональной грамотности было заявлено в качестве требования к уровню подготовки выпускников школ. Вместе с тем данное требование в значительной степени являлось декларативным: формирование функциональной грамотности как надпредметного результата образования не могло быть обеспечено исключительно предметными результатами, на которые был нацелен стандарт 2004 года.

Во ФГОС НОО/ООО/СОО 2009–2010 гг. понятие «функциональная грамотность» как общесистемное требование к результатам образования отсутствовало. Вместе с тем и условия, и возможность её формирования во ФГОС были заложены: в этом стандарте впервые заявлены требования не только к предметным, но и к метапредметным (надпредметным) результатам освоения образовательных программ, а именно — к формированию межпредметных понятий и универсальных, в первую очередь — познавательных умений, которые в значительной степени коррелируют с компетенциями функциональной грамотности.

В обновлённые ФГОС НОО/ООО, утверждённые в 2021 г., понятие «функциональная грамотность» вошло полноценно. Прежде всего стандарт предъявил развёрнутое содержание этого понятия: «способность решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности». Из определения следует, что стандарт рассматривает формирование функциональной грамотности не как отдельную задачу обучения, а как его кумулятивный результат. Эта мысль прочитывается и в обобщённом требовании к реализации программы основного общего образования («создание условий, обеспечивающих возможность формирования функциональной грамотности»), и в целеполагании («готовность к успешному взаимодействию с изменяющимся миром и дальнейшему успешному образованию» — ФГОС ООО), и в том, что формирование функциональной грамотности не прописывается как отдельное специфическое требование к результатам освоения основных образовательных программ. Внимательный анализ конкретизированных и систематизированных требований к результатам образования позволяет сделать вывод, что предметные, метапредметные и личностные результаты и их интеграция непротиворечиво связаны с компетенциями разных видов функциональной грамотности.

Естественнонаучная грамотность (далее — ЕНГ) — особое направление функциональной грамотности, которое в рамках широкого культурологического обобщения

рассматривается как способность человека занимать активную гражданскую, т. е. *ответственную* позицию по вопросам, связанным с естественными науками, готовность интересоваться естественнонаучными идеями. Необходимость формирования этого вида грамотности с очевидностью высветилась в современной ситуации экологических проблем и пандемий, актуализировалась на фоне научных открытий в области антропологии и медицины, качественных сдвигов в технологиях. Сегодня естественнонаучную грамотность можно расценивать как одну из ключевых характеристик личности современной кризисной эпохи.

Инструментально ЕНГ описывается через следующие компетенции: научное объяснение явлений, понимание основных особенностей естественно-научного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств. Анализ требований ФГОС ООО к предметным результатам физики, химии, биологии, метапредметным и личностным результатам освоения образовательных программ показывает, что компетенции ЕНГ полностью с ними пересекаются (рис. 1). Подчеркнём, что диагностические задания, направленные на проверку методологических знаний, экспериментальных умений, умений научно объяснять явления, интерпретировать научные данные и использовать научные доказательства, традиционно используются в КИМ ОГЭ по предметам естественнонаучного цикла.

Требования к результатам, которые описаны через компетенции ЕНГ, не являются инновационными для российского образования: во ФГОС обозначены и процессуальные, и содержательные условия, обеспечивающие потенциальную возможность достижения таких результатов. Однако как показывают результаты независимых диагностик школьников, формирование ЕНГ — одна из методически трудных задач.

В 2021 году перед ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России» была поставлена амбициозная задача: разработать и реализовать программу повышения квалификации, направленную на формирование и развитие методических компетенций учителя в области развития функ-

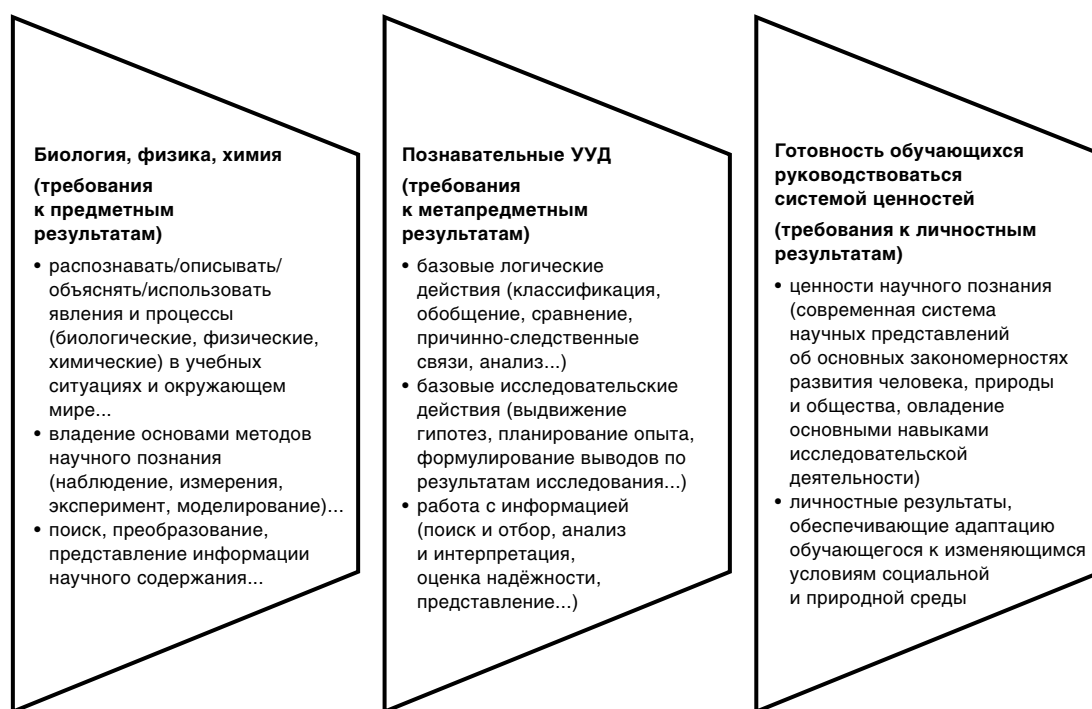


Рис. 1. Естественно-научная грамотность и требования ФГОС ООО к результатам освоения основных образовательных программ

циональной грамотности школьников. Была разработана программа повышения квалификации «Школа современного учителя. Развитие естественнонаучной грамотности». На курс по этой программе было зачислено 20 048 учителей со всех регионов России. Курс реализовывался в очно-заочном формате: материалы курса были выложены на обучающей платформе академии, и слушатели изучали их самостоятельно, а обсуждение сложных вопросов, результатов выполнения практических работ, итоговой аттестации происходило в очном режиме, в форме вебинаров.

В основу проектирования курса были положены ответы на следующие вопросы:

- Какие метапредметные результаты освоения основных образовательных программ коррелируют с искомыми компетенциями ЕНГ?
- Какое предметное содержание направлено на развитие ЕНГ?
- Какое предметное содержание является основой для межпредметной интеграции, необходимой для развития ЕНГ?
- Каковы логика и последовательность предъявления учебного содержания при развитии ЕНГ?

■ В чём заключается особенность организации учебной деятельности при развитии ЕНГ?

■ Какие педагогические технологии являются ведущими при развитии ЕНГ?

■ Какого рода учебные задания направлены на развитие ЕНГ?

■ Какие диагностические материалы можно применять при организации формирующего и контролирующего оценивания при развитии ЕНГ?

Логика обучающего контента курса формировалась в контексте ответов на эти вопросы. Ведущим тезисом выступил следующий: «Развитие ЕНГ — формирование компетенций: *научное объяснение явлений, понимание основных особенностей естественно-научного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств* — закономерный результат естественнонаучного образования».

Концептуально содержание курса базировалось на следующих идеях.

Естественнонаучное образование является продолжением естественнонаучного познания, поэтому дидактической основой формирования ЕНГ выступает научный метод. В идеале обучение должно строиться в логике ответов на вопросы:

откуда мы это знаем (вопрос о способах получения знаний), *почему* (вопрос о причинах и механизмах), *как* (вопрос о том, как это устроено)? Задачи естественнонаучного познания — описание, объяснение и предсказание процессов и явлений наблюдаемой действительности — переносятся в учебную деятельность через формулируемые учебные задания. Эти задания направлены на обнаружение и описание физических, химических, биологических фактов, процессов и явлений в ходе эмпирического исследования, их объяснение, выведение естественнонаучных закономерностей (теоретическое обоснование) на основе интерпретации результатов исследований. Принципиальной особенностью учебных заданий, предназначенных для развития различных компетенций ЕНГ, является связь их контекста с практической деятельностью и повседневной жизнью. Умение решать такого рода задачи является производным от усвоенной методологии познания. В итоге система предъявляемых учебных заданий учебного и практико-ориентированного содержания ориентирует на формирование не только предметных, но и метапредметных результатов освоения образовательных программ, таких как овладение базовыми исследовательскими действиями, базовыми логическими действиями, работа с информацией.

Необходимым условием развития ЕНГ является межпредметная интеграция¹, которая направлена на формирование мировоззренческих представлений о мире как системе, где «всё связано со всем», на умение критически осмыслить естественнонаучные проблемы и решать их в учебных или практических ситуациях. Межпредметная интеграция объективно обусловлена диалектической связью естественных наук, представляющих различные формы движения материи и её структурные уровни, иерархически связанные между собой. Фактором интеграции выступают фундаментальные естественнонаучные, по сути, межпредметные понятия, такие как «вещество», «энергия», «движе-

ние», «взаимодействие», «пространство», «время» и закономерности — законы сохранения, атомно-молекулярная и молекулярно-кинетическая теории.

Другой фактор интеграции, способствующий развитию ЕНГ, — учебная деятельность, содержательно «заточенная» на решение проблемных учебно-познавательных и учебно-практических задач, в основе которых лежат реальные жизненные ситуации. Это, к примеру, проблемы здоровья, природных ресурсов, экологии, новых технологий и др., которые могут рассматриваться на разных уровнях: на личностном (например, выбор продуктов для сбалансированной диеты), на национальном или местном (например, организация рационального природопользования в регионе), на глобальном (например, анализ проблем изменения климата на Земле).

Особым инструментом в развитии ЕНГ являются диагностические учебные задания, которые применяются для контролирующего оценивания. Они строятся на междисциплинарном, практико-ориентированном контексте, могут содержать избыточную или недостаточную информацию, предполагать неоднозначность решения. В структуре таких заданий есть стимулирующая часть (мотивация), информация, представленная в виде сплошного или несплошного текста (в форме рисунка, схемы, таблицы) межпредметного содержания, задачная формулировка.

Разработанный для обучения учителей образовательный контент был ориентирован на формирование:

- теоретических знаний об особенностях компетенций ЕНГ и их связи с предметными и метапредметными результатами освоения образовательных программ согласно обновлённым ФГОС;
- практических умений решать задания по ЕНГ, методических умений применять и разрабатывать учебные задания по формированию/ развитию различных компетенций ЕНГ.

Структура курса включала три раздела:

- содержательный;
- самостоятельных и практических работ;
- заданий для самодиагностики и итогового тестирования.

¹ Мансурова С. Е. Проблема формирования личностных и метапредметных результатов обучения на занятиях по дисциплинам естественнонаучного цикла // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. — 2017. — № 1. — С. 36–44.

Образовательный контент содержательного раздела для учителей физики, химии, биологии предъявлялся в рамках трёх модулей, направленных на формирование компетенций ЕНГ (научное объяснение явлений, понимание основных особенностей естественно-научного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов). Каждый модуль включал два содержательных блока: 1) организация урочной и внеурочной учебной деятельности по формированию и развитию ЕНГ на основании учебных заданий предметного и межпредметного содержания; 2) диагностические задания по ЕНГ и особенности их предъявления.

Дидактическая единица курса — учебное задание. Учителям показаны приёмы организации учебной деятельности школьников через предъявление учебных и практико-ориентированных заданий разной тематики и направленности. Форматы работы с учебными заданиями курса могут быть следующими:

- применение заданий для обучения в готовом виде;
- применение заданий как модели, используемой для последующей самостоятельной разработки учебных заданий;
- применение заданий как системы, комплексно работающей на итоговый результат.

Рассмотрим некоторые содержательные особенности модулей курса.

Модуль «Развитие компетенции “Научное объяснение явлений”»

Операционализированный перечень умений для данной компетенции включает различные виды объяснения: применение для объяснения соответствующих знаний; использование моделей; формулирование объяснительных гипотез и возможных прогнозов; объяснение потенциального применения научного знания для общества.

Перечисленные умения непротиворечиво согласуются с требованиями ФГОС ООО к предметным результатам: освоение умений распознавать, описывать и объяснять явления, процессы (биологические, физические, химические) в учебных ситуациях и окружающем мире, и к метапредметным

результатам: выявлять и характеризовать существенные признаки объектов (явлений), выявлять причинно-следственные связи при изучении явлений и процессов.

В курсе показано, что развитие «объяснительных» действий методически основано на цепочке учебных умений, последовательно формируемых при изучении любого явления (процесса):

1) распознать явление: различить явление по описанию, модели, на основе опытов, распознать явление в окружающем мире;

2) описать явление, используя физические/химические/биологические признаки;

3) объяснить явление через установление причинно-следственных связей, применяя изученные признаки, модели.

Приведённые в курсе учебные задания направлены на отработку формирования этих учебных умений в единой системе.

Модуль «Развитие компетенции “Понимание особенностей естественнонаучного исследования”»

Операционализированный перечень умений для данной компетенции соответствует элементам методов научного познания: определять исследуемый вопрос или гипотезу; различать вопросы, которые можно проверить экспериментально; предлагать способ проведения исследования; оценивать предлагаемые способы исследования; оценивать надёжность данных и достоверность объяснений и выводов.

Критерии освоения методов научного познания, овладения базовыми исследовательскими действиями описаны в требованиях к предметным и метапредметным результатам. Однако, как показывают исследования, формирование методологических умений у школьников является сложной методической проблемой. Эта проблема всецело проецируется на «западание» компетенции «Понимание особенностей естественнонаучного исследования»: дефицит этой компетенции выявлен в рамках исследований ЕНГ.

В курсе приведены учебные задания, помогающие решить учителю данную методическую проблему. Это задания на определение и формулирование цели естественно-

научного исследования, формулирование гипотезы исследования, планирование эксперимента под заданную гипотезу, выбор приборов и материалов для проведения исследования, формулирование выводов по результатам исследования. Акцент сделан на особом значении эмпирического метода познания в основной школе, который соответствует познавательным возможностям подросткового возраста. Проведение эмпирических исследований воздействует на эмоциональную сферу обучающихся и формирует мотивацию к познанию. Уделяется внимание тому, что эксперимент должен выступать инструментом познания, а не иллюстрацией изучаемых фактов, явлений, процессов, как это нередко бывает.

Модуль «Развитие компетенции “Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов”»

Операционализированный перечень умений для данной компетенции таков: умение преобразовывать одну форму представления данных в другую, анализировать и интерпретировать данные (представленные в различном виде) и формулировать выводы и т. д.

Среди компетенций ЕНГ «Интерпретация данных», на первый взгляд, кажется несамостоятельной. Действительно, здесь идёт речь об освоении умений работать с информацией об явлениях, процессах, результатах экспериментов, представленной в виде таблиц, графиков, диаграмм, схематических рисунков. Таким образом, данная компетенция пересекается с рассмотренными выше.

Задание 1

На примере жизненных ситуаций с практико-ориентированным контекстом разработайте/подберите два задания по формированию/развитию компетенции «Научное объяснение явлений» (применение естественно-научных знаний для анализа ситуации/проблемы; объяснение и прогнозирование явлений, обусловленных инерцией и др.) к уроку физики для 7-го класса по теме: «Явление инерции» (урок освоения новых знаний и умений).

Ниже приведены примеры, предложенные слушателями при выполнении данного задания практической работы.

Почему же эта компетенция выделена отдельно, подобно тому, как ФГОС НОО/ООО отдельно выделено универсальное познавательное действие — «работа с информацией»? Прежде всего потому, что умение работать с информацией — важнейшее умение человека в современном информационном обществе. Спектр действий по работе с информацией (данными) не сводится только к её анализу и интерпретации. Это и оценка научных аргументов и доказательств, предъявляемых разными авторами, разными источниками информации. Хорошо понятно, что при наличии множества недостоверных источников в современной информационной среде формирование данного умения крайне важно.

Самостоятельные и практические работы

Самостоятельные работы разной тематики выполнялись слушателями курса преимущественно в ходе освоения содержательного раздела. Практические работы предъявлялись по итогам обучения в рамках каждого модуля и были нацелены на формирование *методических умений* формулировать задания, направленные на развитие у учащихся компетенций ЕНГ². Задания к практическим работам, представленные ниже, разработаны преподавателями курса Е. Е. Камзеевой, С. В. Иванеско, С. И. Мелиной. Представим анализ выполнения практических работ.

Практическая работа № 1 требовала от слушателей разработки/подбора заданий, формирующих/развивающих компетенцию «Научное объяснение явлений» (примеры заданий 1 и 2).

² Демидова М. Ю., Добротин Д. Ю., Рохлов В. С. Подходы к разработке заданий по оценке естественно-научной грамотности обучающихся // Педагогические измерения. — 2020. — № 2. — С. 8–19.

Пример 1. Задание, разработанное на контексте художественного произведения.

Прочитайте текст и ответьте на вопросы.

Недолго пришлось Травке ждать. Тонким слухом своим она услышала недоступное человеческому слуху чавканье заячьей лапы по лужицам на болотной тропе. Лужицы эти выступили на утренних следах Насти. Русак непременно должен был сейчас показаться у самого Лежачего камня. Травка за кустом можжевельника присела и напружинила задние лапы для могучего броска и, когда увидела уши, бросилась. Как раз в это время заяц, большой, старый, матёрый русак, ковыляя еле-еле, вздумал внезапно остановиться и даже, привстав на задние ноги, послушать, далеко ли твоякает лисица. Так вот одновременно сошлось: Травка бросилась, а заяц остановился. И Травку перенесло через зайца. Пока собака выправилась, заяц огромными скачками летел уже по Митрашиной тропе прямо на Слепую елань.

М. М. Пришвин. Кладовая солнца

Вопросы к тексту, разработанные слушателями:

1. Почему Травку перенесло через зайца?

Ответ. Когда заяц внезапно остановился, собака Травка по инерции продолжала своё движение вперёд и перескочила через зайца.

2. Заяц, спасаясь от преследующей его собаки, делает резкие прыжки в стороны. Почему собаке трудно поймать зайца, хотя она бежит быстрее?

Ответ. В тот момент, когда заяц делает резкий поворот, собака по инерции продолжает движение вперёд и не может схватить зайца.

Пример 2. Задания, разработанные на основе ситуаций, связанных с использованием автомобиля.

— Подголовник на спинке сидения автомобиля удерживает голову человека от отклонения назад. Объясните, в каких жизненных ситуациях помогает подголовник.

— Объясните причину того, что при резком торможении автомобиля его передняя часть опускается вниз.

— Опишите принцип действия ремней безопасности в машине.

— Какие изменения произошли в движении автомобиля, если пассажир оказался прижатым к спинке сиденья? Ответ поясните.

Общим замечанием к присланным заданиям открытого типа является отсутствие правильных ответов и критериев оценивания.

Около 20% слушателей не справились с заданием и прислали задания не на объяснение, а на распознавание явления инерции (см. пример 3).

Пример 3

Выйдя из воды, собака встряхивается. Какое явление помогает ей освободить шерсть от воды?

А) инерция

Б) инертность

В) привычка

Ответ — А.

Задание 2

Разработайте вопросы/задания на формирование/развитие компетенции «Научное объяснение явлений», построенные на основе представленного ниже текста по приготовлению компоста.

Ограничения, связанные с пандемией коронавируса, привели к тому, что несколько месяцев в году семья Кузнецовых стала жить на даче. Увеличившееся количество отходов подтолкнуло дедушку к идее создания компостной кучи.



Компост — одно из самых ценных органических удобрений, которое получают из сорняков, растительных остатков, кухонных отходов, разлагающихся под влиянием микроорганизмов. Но закладывать в компостную кучу можно далеко не все отходы!

Ряд слушателей формулировали задания не в рамках развития компетенций ЕНГ, а на поиск информации в тексте (развитие читательской грамотности):

- Что такое компост?
- Что нельзя класть в компост?
- Почему следует увлажнять компост?

Ниже приведены примеры заданий слушателей на научное объяснение явлений.

Пример 4

Почему нельзя класть мясо и рыбу в компостную кучу?

- А) Готовый компост будет неприятно пахнуть.
- Б) Микроорганизмы будут долго их разлагать.
- В) Они привлекут на участок крыс и других грызунов.

Ответ: Б.

Это задание — низкого уровня сложности. Верный ответ (Б) даёт подсказку к объяснению на основании информации в тексте.

Пример 5

Почему в компостную яму нельзя помещать кожуру цитрусовых?

Ответ: Цитрусовые подавляют жизнедеятельность дождевых червей, которые ускоряют процесс разложения компостной кучи.

Пример 6

Семья Кузнецовых решила организовать компост в яме с цементным каркасом. Объясните, для чего им необходимо сделать отверстия в каркасе.

Возможные варианты ответа:

- 1) В компостную смесь необходим доступ воздуха.
- 2) Через отверстия могут проникнуть дождевые черви, которые ускоряют процесс разложения компостной кучи.

Задания из примеров 5 и 6 относятся к заданиям с развёрнутым ответом и являются более сложными для выполнения учащимися, так как для построения верного ответа им необходимо привлечь дополнительные предметные знания.

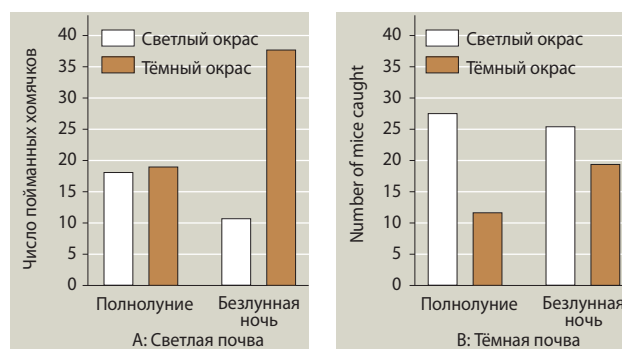
Практическая работа № 2 требовала от слушателей разработки/подбора заданий, формирующих/развивающих компетенцию «Понимание особенностей естественно-научного исследования», т. е. связанных с формированием методологических знаний и экспериментальных умений.

Задание 3

Сформулируйте описание этапов исследований (выдвижение гипотезы, описание конкретных результатов и формулирование вывода), частью которых является приведённый ниже эксперимент.

Пары оленых хомячков (*Peromyscus maniculatus*) с различным окрасом, светло-коричневым и тёмно-коричневым, одновременно выпускали в пустой вольер с голодной совой. Наблюдатель фиксировал цвет первого пойманного совой хомячка. Если сова не поймала ни одного хомячка за 15 минут, результат считался нулевым. Такие испытания проводились многократно в вольерах с тёмной или светлой почвой (покрытием). Кроме того, в каждом испытании фиксировали наличие или отсутствие лунного света.

Полученные экспериментальные данные



Примеры формулировок гипотезы исследования из работ слушателей:

- Тёмноокрашенные мыши на светлой почве будут больше истребляться совой, а светлоокрашенные мыши больше будут истребляться на тёмной почве.

- В вольере с лунным светом сова быстрее поймает хомячка.

- Сова лучше различает мышей, если они имеют контрастную окраску с почвой.

Однако не все варианты ответов оказались удачными:

- Смертность хомячков зависит от окраски шерсти (некорректная формулировка гипотезы исследования).

- Выяснить, как зависит количество пойманных хомячков от их окраса и вида почвы (вместо гипотезы сформулирована цель).

Для описания конкретных результатов учитель мог выбрать различные основания (сравнение числа пойманных хомячков разного цвета, сравнение результатов в полнолуние и в безлунную ночь, анализ результатов для светлой и тёмной почвы) и сформулировать промежуточные выводы.

- На светлой почве в безлунную ночь сова истребляет больше хомячков с тёмным окрасом.

- В полнолуние на светлой почве количество истреблённых светлоокрашенных хомячков составило 18 экземпляров, а тёмноокрашенных — 19 экземпляров.

- В безлунную ночь на светлой почве поймано больше хомячков тёмного окраса, а на тёмной почве — примерно одинаково.

- На тёмной почве в безлунную ночь сова истребляет больше хомячков со светлым окрасом.

- На светлой почве в полнолуние число пойманных хомячков светлого и тёмного окраса примерно одинаково, в отличие от тёмной почвы.

Окончательный вывод формулируется на основе промежуточных и содержит основную информацию о результатах научного исследования в максимально кратком и обобщённом виде:

- Цвет почвы и цвет хомяка при охоте совы в тёмное время суток взаимосвязаны между собой. Чем более контрастны окраска хомяка и почвы, тем большая вероятность у хомяка быть пойманным.

- На скорость ловли хомячков совой будут влиять три фактора в совокупности (окраска шерсти хомячков, цвет почвы и характер освещения).

Задание 4

Учитель провёл два эксперимента на уроке физики в 7-м классе (см. рисунок).

При изучении какой из тем в 7-м классе можно использовать эти эксперименты? Какие вопросы/задания вы предложите классу с опорой на проведённые опыты? В ответе приведите тему урока и три вопроса/задания на формирование у учащихся различных экспериментальных умений.

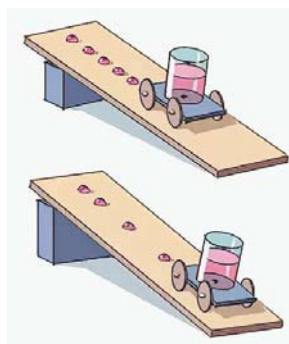


Рисунок. Самодвижущаяся тележка с капельницей перемещается вдоль полоски бумаги. Капли отмечают положения тележки через равные промежутки времени

Задание оказалось достаточно трудным для учителей физики. В основном учителя предложили проведение этих опытов при изучении темы «Равномерное и неравномерное движение». При этом большинство присланных заданий были направлены на описание и интерпретацию приведённого на рисунке опыта:

- *Чем отличается картина капель в первом и втором случаях?*
- *В каком случае тележка двигалась равномерно, а в каком — неравномерно?*

И т. п.

В лучшем случае в заданиях предлагалось провести прямые и косвенные измерения:

- *Измерьте расстояние между каплями в первом и втором случаях.*
- *Измерьте расстояние и время прохождения и рассчитайте среднюю скорость движения в первом и втором случаях.*

В задании требовалось, чтобы вопросы/задания были связаны с освоением учащимися различных экспериментальных умений. В данном случае на основе приведённого опыта можно было бы задействовать все этапы эмпирического метода познания через цепочку вопросов и экспериментальных заданий (описание опыта — выдвижение гипотезы — проведение дополнительного эксперимента для проверки гипотезы — вывод):

- Опишите характер движения тележек.
- Почему изменился характер движения тележки во втором случае (что изменилось в условиях проведения опыта)? Какую гипотезу о зависимости средней скорости движения тележки от угла наклона плоскости можно выдвинуть?
- Проведите исследование зависимости средней скорости движения тележки от угла наклона плоскости (укажите необходимое оборудование, опишите схему и ход эксперимента, проведите прямые и косвенные измерения, сформулируйте вывод).
- Из чего складывается погрешность прямого измерения пути в данном случае (равна ли она цене деления линейки)?
- Какие способы увеличения точности измерений можно предложить (увеличить длину наклонной плоскости, провести серию измерений)?

В *практической работе № 3* требовалось разработать/подобрать задания, формирующие/развивающие компетенцию «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов», т. е. составить вопросы/задания по работе с заданной графической информацией (графиками, таблицами, диаграммами, схематическими рисунками).

Задание 5

Составьте три вопроса к информативной части данного задания.

Итальянский микробиолог П. Фараоне во второй половине XX в. проводил наблюдения бактериальных колоний. Общее число его наблюдений превысило 4 миллиона. На рисунке представлены графики, отражающие результаты многолетних исследований численности аномальных бактериальных колоний в зависимости от числа Вольфа (число Вольфа характеризует уровень солнечной активности).



Работа с графической информацией знакома каждому учителю. При изучении предметов естественнонаучного цикла умение работать с графическими объектами трудно переоценить. Графический способ представления информации широко используется для представления данных при проведении эксперимента или при описании функциональной зависимости одной величины от другой. Такое представление наглядно и ёмко и способствует успешному освоению предметного содержания. Практически все слушатели в большей или меньшей мере справились с выполнением задания.

Однако в более чем 60% работ присланные вопросы были направлены исключительно на формирование умений «прочитать» график и найти информацию, которая задана в явном виде:

- В какие годы наблюдались аномальные колонии золотистого стафилококка / максимумы солнечной активности?
- Укажите максимальный процент аномальных колоний в исследуемых культурах.
- Укажите, чему равно число Вольфа в максимумах и минимумах солнечной активности.

В меньшей степени в работах слушателей были представлены вопросы на интерпретацию графиков и анализ зависимостей числа аномальных колоний от солнечной активности.

Задание 6

Рассмотрите таблицу, в которой представлено действие элементов — синергистов, антагонистов и блокаторов в почве. Сформулируйте два задания закрытого типа и три задания открытого типа, связанные с интерпретацией данных таблицы.

	АНТАГОНИСТЫ — ИЗБЫТОК ОДНОГО ПРИВОДИТ К ДЕФИЦИТУ ДРУГОГО					БЛОКИРУЮТ ДРУГ ДРУГА					СИНЕРГИСТЫ — ПОМОГАЮТ ДРУГ ДРУГУ				
	АЗОТ	ФОСФОР	КАЛИЙ	КАЛЬЦИЙ	МАГНИЙ	СЕРА	ЖЕЛЕЗО	КРЕМНИЙ	ХЛОР	НАТРИЙ	БОР	МАРГАНЕЦ	МЕДЬ	ЦИНК	МОЛИБДЕН
АЗОТ		+	+	+	+										+
ФОСФОР	+			+			+					+		+	
КАЛИЙ	+			+	+					+					
КАЛЬЦИЙ	+	+	+				+			+	+	+	+	+	
МАГНИЙ	+	+	+	+						+					
СЕРА									+						
ЖЕЛЕЗО		+		+								+	+	+	
КРЕМНИЙ															
ХЛОР															
НАТРИЙ			+	+	+										
БОР				+											
МАРГАНЕЦ		+		+										+	
МЕДЬ		+		+											+
ЦИНК		+		+											+
МОЛИБДЕН	+														

Как и в предыдущем случае, большинство сконструированных слушателями заданий подразумевает выполнение одношаговой процедуры (в данном случае, найти и соотнести явно заданную в таблице информацию), т. е. соответствует низкому познавательному уровню:

- Кто считается антагонистом для молибдена?

- У какого элемента в предложенной таблице представлены одни синергисты?

- У какого элемента в предложенной таблице представлены только антагонисты?

- К какой группе веществ относятся азот и магний?

И т. п.

Учителя испытывают затруднения в составлении вопросов более высокого познавательного уровня: интерпретировать или использовать данные таблицы в ситуациях жизненного характера, сформулировать выводы и доказательства (примеры 7 и 8).

Пример 7

Какие удобрения нельзя вносить при недостатке в почве фосфора? Ответ поясните.

Ответ: Удобрения, содержащие кальций, железо, магний и цинк, так как эти элементы блокируют фосфор в почве.

Пример 8

Когда агроному необходимо учитывать данные таблицы? Ответ обоснуйте.

Ответ: Данные таблицы необходимо учитывать при составлении схем питания культурных растений. Если ионы аналогичны по заряду и валентности, то высок риск получить конкуренцию этих элементов, их антагонизм. В результате возможна гибель растений.

В качестве итоговой аттестации предлагался тест, который включал девять теоретических и шесть практико-ориентированных заданий. В итоговом тестировании участвовало 15 478 педагогов, из них 93% успешно его прошли (получили не менее 60% баллов от максимально возможного).

Анализ выполнения итогового теста показал прямую корреляцию между умениями педагогов разрабатывать задания/вопросы по формированию/развитию различных компетенций ЕНГ, которые они демонстрировали при выполнении практических работ, и выполнением заданий по ЕНГ,

проверяющих сформированность аналогичных компетенций. Для примера покажем эту корреляцию для компетенции «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов».

Как мы писали выше, при разработке заданий на формирование/развитие компетенции «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» по предложенному графическому контексту учителя преимущественно предлагали вопросы на чтение явно заданной информации (извлечение фактических данных из графика, таблицы и т. д.): «Найдите в таблице/на графике...». Дефициты умений формулировать задания более высокого познавательного уровня (например, на выявление зависимостей, анализ данных с привлечением математических понятий и операций и т. д.) нашли своё отражение в результатах учителей при выполнении заданий итогового тестирования по работе с графическими объектами (см. рис. 2).

Итоговое тестирование показало, что слушатели хорошо выполняют теоретические задания по ЕНГ и не справляются с заданиями повышенного уровня сложности, проверяющими различные, в том числе методические умения по формированию/развитию ЕНГ. Несмотря на то, что владение компетенциями ЕНГ не является инновационным запросом к системе общего образования, результаты обучения по курсу с очевидностью показали, что отставание школьников пятнадцатилетнего возраста в области ЕНГ неслучайно.

Обнаруженные дефициты профессиональных умений, выявленные на основе анализа большой выборки учителей-предметников, обучавшихся по программе «Школа современного учителя. Развитие естественнонаучной грамотности», позволяют определить ряд задач для системы повышения квалификации по направлениям методики организации учебной деятельности:

- организация предметного обучения на основе методологии познания, в том числе применение демонстрационного, фронтального, домашнего эксперимента как средства эмпирического познания, обсуждение результатов и выводов как средства теоретического познания;

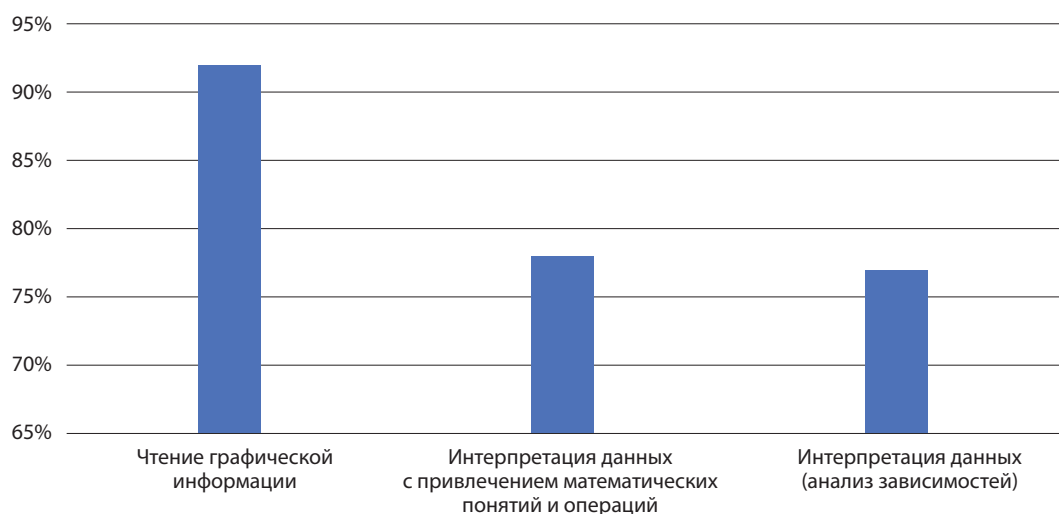


Рис. 2. Выполнение заданий на интерпретацию графической информации в зависимости от сложности проверяемых умений

- изучение явлений на основе последовательного предъявления учебных заданий на распознавание, описание, объяснение явлений как в учебных, так и практико-ориентированных ситуациях;

- работа с графической информацией (обучение на основе учебных заданий разных уровней сложности, связанных с учебным и жизненным контекстом и освоением разных видов деятельности);

- широкая междисциплинарная интеграция для формирования/развития компетенций ЕНГ на основе учебных заданий,

решение которых требует владения читательскими компетенциями и компетенциями в области математической грамотности.

Предполагаем, что обучение педагогов в данных направлениях методики, ориентированное на преодоление дезинтеграции в естественнонаучном образовании, позволит обеспечить формирование как предметных, метапредметных результатов освоения образовательных программ по физике, химии, биологии, так и компетенций ЕНГ.