

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ В КУРСЕ ХИМИИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Заграничная Н.А., Пентин А.Ю.

*Институт стратегии развития образования
Российской академии образования*

Принятие в 2021 году новых документов – Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО) [1] и Примерной рабочей программы по химии на уровне основного общего образования [2] – начинает процесс обновления школьного химического образования. Эти нормативные документы предусматривают совершенствование изучения химии на основе интеграции и реализации единых подходов к преподаванию всех естественнонаучных учебных предметов. В соответствии с ФГОС ООО формирование функциональной грамотности выпускников определяется как «способность решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности». В образовательной области «Естественнонаучные предметы» при изучении учебных предметов – химии, физики, биологии – отдельные составляющие функциональной грамотности (химическая, физическая, биологическая и т. п. грамотность) интегрируются в общее понятие «естественнонаучная грамотность» (ЕНГ).

В настоящее время ЕНГ является одним из признанных критериев оценивания качества естественнонаучного образования в отечественных и международных исследованиях. Она рассматривается как важнейший фактор развития культуры и конкурентоспособности страны, является одним из необходимых условий становления инфор-

мационного и технологически развитого общества, поскольку обеспечивает связи в системах «человек – природа», «человек – технология». У большинства учащихся в основе интереса к науке, способности воспринимать научный и технологический прогресс лежит естественнонаучная грамотность, которая влияет на выбор разнообразных сфер деятельности в будущем [4–7].

В педагогической науке ЕНГ характеризуется как *комплекс личностных ресурсов* человека, которые могут быть использованы учащимися при решении значимых для них проблем в сфере естественных наук; как *уровень образованности*, достигаемый учащимися, и как *интегративный* результат обучения в области естественнонаучных дисциплин [5]. Сформированность ЕНГ предполагает наличие у выпускника школы следующих естественнонаучных компетенций:

- научно объяснять явления;
- понимать основные особенности естественнонаучного исследования;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов [3].

Изучение химии в основной школе является ответственным этапом в формировании естественнонаучной грамотности подростков, так как:

«1) способствует реализации возможностей для саморазвития и формирования культуры личности, её общей и функциональной грамотности;

2) вносит вклад в формирование мышления и творческих способностей подростков, навыков их самостоятельной учебной деятельности, экспериментальных и исследовательских умений, необходимых как в повседневной жизни, так и в профессиональной деятельности;

3) знакомит со спецификой научного мышления, закладывает основы целостного взгляда на единство природы и человека;

4) способствует формированию ценностного отношения к естественнонаучным знаниям, к природе, к человеку, вносит свой вклад в экологическое образование школьников» [2].

Названные направления реализуются в содержании учебного предмета «Химия», а планируемые результаты освоения учебного предмета «Химия» на уровне основного общего образования включают практически все характеристики естественнонаучной грамотности.

Умения, составляющие компетенции ЕНГ [3], по смыслу соответствуют требованиям к метапредметным и предметным результатам освоения образовательной программы ФГОС ООО и планируемым результатам освоения учебного предмета «Химия» на уровне основного общего образования, обозначенным в Примерной рабочей программе по химии [2] (см. табл. 1).

Таблица 1

**Компетенции ЕНГ и результаты освоения учебного предмета
«Химия»**

Компетенции ЕНГ	Результаты освоения учебного предмета (метапредметные и предметные)
1. Научное объяснение явлений, включая: применение естественнонаучных знаний для объяснения явлений; использование и создание объяснительных моделей	Умения использовать приёмы логического мышления при освоении и применении химических знаний. Умения применять в процессе познания понятия, символические (знаковые) модели, преобразовывать широко применяемые в химии модельные представления
2. Понимание основных особенностей естественнонаучного исследования, включая: распознавание и формулирование цели данного исследования; выдвижение объяснительных гипотез и предложение способов их проверки	Умения использовать поставленные вопросы в качестве инструмента познания, а также в качестве основы для формирования гипотезы по проверке правильности высказываемых суждений. Умения планировать и проводить ученические эксперименты; формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого опыта или исследования. Приобретение опыта использования различных методов естественнонаучного познания – наблюдение, измерение, моделирование, эксперимент (реальный и мысленный)

Компетенции ЕНГ	Результаты освоения учебного предмета (метапредметные и предметные)
<p>3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, включая: анализ, интерпретацию данных и получение соответствующих выводов; преобразование одной формы представления данных в другую</p>	<p>Умения выявлять общие закономерности, причинно-следственные связи и противоречия в изучаемых процессах и явлениях.</p> <p>Умения выбирать, анализировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления, получаемую из разных источников; критически оценивать противоречивую и недостоверную информацию.</p> <p>Умения самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, другими формами графики и их комбинациями</p>

Сравнение показывает, что компетентности, составляющие ЕНГ, отражают овладение универсальными познавательными действиями, в том числе: регулятивными (решать познавательные учебные и практико-ориентированные задачи-проблемы), информационными (работать с текстом научного содержания, обрабатывать информацию, использовать научный язык и оперировать знаково-символическими средствами), познавательными (логические и исследовательские умения), коммуникативными (умения письменной, устной и групповой коммуникации). Следовательно, педагогическая деятельность учителя, направленная на формирование ЕНГ учеников, способствует достижению результатов освоения Примерной рабочей программы по химии на уровне основного общего образования.

Для работы учителя важен ответ на вопрос: как переориентировать учебный процесс на эффективное овладение естественнонаучной грамотностью?

Найти ответы можно в практике применения технологий обучения, основанных на понимании науки как способа познания мира (а не набора фактов, теорий и законов), и формировании интереса к науке. Такой подход к изучению естественнонаучных дисциплин ре-

ализуется в условиях проблемного и исследовательского обучения. В педагогической практике используются различные подходы к организации проблемного обучения, которые могут включать учебные исследования, постановку интересных исследовательских задач, решаемых с помощью полученных научных знаний, демонстрацию возможностей науки в объяснении явлений окружающего мира.

Для обеспечения возможности достижения ЕНГ важно включать в содержание обучения проблемные ситуации, в которых становится необходимым применение познавательных учебных умений для решения специально разработанных заданий.

Опытный учитель в каждой учебной теме найдёт ситуации, интересные подросткам, поможет выделить проблему, предложит ученикам сформулировать гипотезы о способах решения этой проблемы. Вместе они определяют недостающие знания, учитель поможет усвоить новую информацию, после чего ребята смогут проверить свои гипотезы и сделать выводы. Этот классический путь научного познания должен стать ориентировочной основой учебной деятельности школьников.

Для успешной работы по формированию и оцениванию уровней достижения ЕНГ учащимися учителю химии необходимо получить ответы и на другие методические вопросы.

Первый из них: какие показатели свидетельствуют о сформированности ЕНГ на достаточном уровне?

В школьной практике функциональная грамотность и ЕНГ как её часть проявляются в действиях учащихся, и оценка её сформированности осуществляется через оценку умений осуществлять определённые действия, которые школьники могли бы продемонстрировать в различных ситуациях, аналогичных тем, которые встречаются в реальной жизни. Таким образом, показателями достижения этого образовательного результата являются умения, соответствующие компетенциям ЕНГ и освоенные школьниками при изучении естественнонаучных дисциплин. Так, компетенция «научное объяснение явлений» включает овладение следующими умениями:

- применять соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления;
- распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления;
- делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления;
- объяснять принцип действия технического устройства или технологии.

Второй методически важный вопрос: как можно получить данные об уровнях сформированности умений ЕНГ в учебном процессе?

Естественнонаучная грамотность в основном проявляется в решении проблемных заданий, выходящих за пределы учебных ситуаций и не похожих на стандартные задачи, посредством которых традиционно приобретались и отрабатывались знания и умения по химии. Возможность использования таких заданий связана с обеспеченностью учителей современными дидактическими инструментами для формирования и диагностики ЕНГ. Таким образом, чтобы формировать и оценивать уровень функциональной грамотности своих учеников, учителю необходимо иметь доступ к банку инновационных комплексных заданий, в которых предлагается рассмотреть некоторые проблемы из реальной жизни. Решение этих заданий, как правило, требует применения знаний в незнакомой ситуации, поиска новых решений или способов действий, то есть требует творческой активности [8]. Задания нового типа переориентированы с проверки конкретных предметных знаний на проверку умения ими оперировать. Задания на материале учебного предмета химия включают решение мировоззренческих, экологических и практико-ориентированных проблем в контексте реальных жизненных ситуаций [7].

Результаты школьников в ходе выполнения заданий международных исследований показывают, что необходимы изменения в методике обучения способам выполнения заданий и решения задач. Эти способы нельзя сводить к заучиванию алгоритмов решения типовых расчётных задач, они должны основываться на умениях переводить на

научный язык описание реальной ситуации, самостоятельно выбирать модель при решении задач, обосновывать выбор необходимых теорий, законов или формул.

Задания, обеспечивающие достижения этих целей, имеют определённую структуру.

По каждой ситуации разрабатываются задания, оценивающие различные компетенции, обозначенные в концептуальных рамках. Задания, объединённые в тематические блоки, составляют измерительный инструментарий для оценки естественнонаучной грамотности. Блок заданий включает в себя описание реальной ситуации, представленное, как правило, в проблемном ключе, и ряд вопросов-заданий (обычно 5-6), относящихся к этой ситуации. Учащиеся должны выполнить задания, используя знания по физике, химии и биологии. Их последовательное выполнение способствует тому, что, переходя от вопроса к вопросу, ученики погружаются в описанную ситуацию и приобретают как новые знания, так и новые умения. Такой подход позволяет учащимся сосредоточиться в рамках предложенной темы (ситуации) и мобилизовать имеющийся запас предметных знаний и умений, а также свой личный жизненный опыт. Примеры комплексных заданий можно найти в сборнике [8], а также на сайте ИСРО РАО [9].

Ситуации, предлагаемые учащимся в заданиях, связаны с разнообразными аспектами окружающей жизни, являются близкими к их интересам. Для учебного предмета «Химия» такой подход позволяет выделить сферы, в которых ученик будет осваивать роль исследователя, то есть очертить ситуационное поле формирования ЕНГ. В это поле входят контексты, общие для всех естественнонаучных дисциплин:

- здоровье;
- природные ресурсы;
- окружающая среда;
- опасности и риски;
- связь науки и технологий [3].

Именно наличие контекста, в который помещена проблемная ситуация, даёт ответ на вопрос, *зачем* может понадобиться то или иное естественнонаучное знание. Задания вне контекста оставляют этот вопрос открытым, что делает для многих учеников бессмысленным приложение усилий к решению таких задач. Учебные ситуации, которые моделируются с помощью банка комплексных заданий, могут быть включены в процесс изучения различных тем курса химии. Способность учащихся решать подобные задания основывается на балансе таких компонентов, как научные знания, интуиция, здравый смысл и личный опыт.

Комплексные задания могут стать частью любого урока, где возможно создание проблемной ситуации, где могут быть выявлены противоречия. Их решение может стать мини-исследованием, в ходе которого реализуется схема субъективного «открытия» школьниками того, что было уже открыто в ходе исторического развития науки.

Важнейшей частью познавательной деятельности школьников на уроках химии должен быть химический эксперимент [5]. Для предотвращения формального усвоения знаний на уроке необходимо обеспечивать ученикам возможность не только услышать или прочитать об изучаемых явлениях, но и наглядно увидеть их, осознать учебную проблему и сделать предположение о её решении, проверить его в эксперименте. Такую возможность необходимо предусмотреть при отборе заданий для самостоятельной работы подростков.

Особенности отдельных заданий, с помощью которых формируется или оценивается ЕНГ учащихся, и их характеристика рассмотрены на приведённых ниже примерах, используемых для мониторинга функциональной грамотности.

Комплексное задание «Кислоты вокруг нас». 8 класс (фрагмент).

Задание 1

Характеристики задания

- **Компетентностная область оценки:** интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

- **Уровень сложности:** низкий.
- **Формат ответа:** с выбором ответа, а затем с записью объяснения.
- **Объект оценки:** умение преобразовывать одну форму представления данных в другую.



Кислоты в природе часто используются как «химическое оружие». Многие насекомые и растения выделяют различные кислоты для отпугивания своих врагов. Раздражающее воздействие кислот объясняется их свойствами.

В лабораториях, где хранят и работают с кислотами, есть предупреждающий знак.



О каких химических свойствах кислот предупреждает этот знак?

Отметьте нужный вариант ответа, а затем объясните свой ответ.

- У кислот высокая химическая активность.
- Кислоты едкие вещества.
- Кислоты разрушают ткани и материалы.

Объясните свой ответ.

Критерии оценивания задания

Балл	Содержание критерия
2	Выбран ответ «Кислоты разрушают ткани и материалы» и приведено объяснение, в котором говорится о том, что кислоты могут взаимодействовать с <u>органическими веществами</u> , вызывая <u>ожоги на коже</u> . Так же они взаимодействуют с <u>неорганическими веществами</u> , <u>разрушая материалы</u>
1	Выбран верный ответ, но допущена ошибка в объяснении
0	Выбраны другие варианты ответа или ответ отсутствует

Комплексное задание «Загрязнение атмосферы». 8 класс (фрагменты).

Задание 1

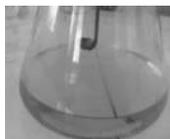
Характеристики задания

- **Компетентностная область оценки:** понимание особенностей естественнонаучного исследования.
- **Уровень сложности:** средний.
- **Формат ответа:** с записью ответа на вопрос.
- **Объект оценки:** умения распознавать и формулировать цель данного исследования.



На практическом занятии школьники изучали явления, которые происходят в природе при образовании «кислотного дождя». Аня и Маша работали в паре.

На первом этапе они сжигали в колбе кусочек серы, предварительно налив в колбу немного воды и добавив несколько капель лакмуса.



Когда дым, образовавшийся после сгорания серы, в колбе рассеялся, они наблюдали результат реакции.

Какую цель ставили Аня и Маша, когда проводили опыт на первом этапе работы?

Запишите свой ответ:

Цель эксперимента:

Критерии оценивания задания

Балл	Содержание критерия
2	Дан ответ, в котором говорится о том, что цель опыта: <u>получить SO₂ и доказать образование кислоты</u> при растворении газа в воде. <i>Ответ может быть дан в иной близкой по смыслу формулировке</i>
1	Дан неполный ответ
0	Другой ответ или ответ отсутствует

Задание 2*Характеристики задания*

- **Компетентностная область оценки:** понимание особенностей естественнонаучного исследования.
- **Уровень сложности:** высокий.
- **Формат ответа:** с записью ответа на вопрос.
- **Объект оценки:** умения выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки.

На втором этапе исследователи разделили раствор, полученный в предыдущем опыте, на две порции. В первую порцию Аня добавила кусочек мрамора (Опыт 1), а Маша добавила в другую порошок железа (Опыт 2).



Опыт 1



Опыт 2

Какую гипотезу (предположение) проверяли Аня и Маша на втором этапе

Запишите свой ответ. Кратко опишите результаты проверки гипотезы.

Гипотеза:

Результаты опытов, подтвердившие гипотезу:

Опыт 1:

Опыт 2:

Критерии оценивания задания

Балл	Содержание критерия
2	<p>Дан ответ, в котором приведены:</p> <p><i>Гипотеза:</i> кислотный дождь разрушает металлы и строительные материалы (мрамор).</p> <p><i>Результаты опытов, подтвердившие гипотезу:</i></p> <p><i>Опыт 1:</i> железо реагирует с раствором кислоты с выделением газа – водорода.</p> <p><i>Опыт 2:</i> мрамор растворяется в растворе кислоты с выделением углекислого газа.</p> <p><i>Ответ может быть дан в иной близкой по смыслу формулировке</i></p>
1	<p>Дан неполный ответ:</p> <ul style="list-style-type: none"> – записал гипотезу или описание опытов; – записал описание только одного опыта
0	Другой ответ или ответ отсутствует

Реальное повышение уровня естественнонаучной грамотности российских школьников произойдёт тогда, когда в содержание каждого естественнонаучного предмета как равноправный компонент войдёт обучение учащихся решению различных учебно-исследовательских проблем; когда каждый учитель-предметник будет иметь возможность использовать соответствующий инструментарий для формирования и оценивания ЕНГ в учебном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. Приложение к приказу Министерства просвещения Российской Федерации от 21 мая 2021 года №287. – URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/>
2. Примерная рабочая программа основного общего образования. Химия. Базовый уровень. М.: ИСРО РАО, 2021. – URL: [https://edsoo.ru / Primer_naya_rabochaya_programma_osnovnogo_obshego_obrazovaniya_predmeta_Ni_miya_proekt_.htm](https://edsoo.ru/Primer_naya_rabochaya_programma_osnovnogo_obshego_obrazovaniya_predmeta_Ni_miya_proekt_.htm)
3. Проведение исследования PISA-2018 в России. Оценка естественнонаучной грамотности // Центр оценки качества образования. – URL: http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html
4. *Заграничная Н.А., Миренкова Е.В.* Диагностика метапредметных результатов при обучении химии в основной школе. Пособие для учителя. – М.: Русское слово. 2020. – 240 с.
5. *Заграничная Н.А., Паришутина Л.А.* Функциональная грамотность учащихся: условия и пути формирования // Химия в школе. 2020. №7. – С. 15–20.
6. *Заграничная Н.А., Паришутина Л.А., Пентин А.Ю.* Естественнонаучный практикум как часть системы школьного естественнонаучного образования // Школьные технологии. 2019. №4. – С. 116–124.
7. *Ковалева Г.С.* Что необходимо знать каждому учителю о функциональной грамотности // Вестник образования России. 2019. № 16. – С. 32–36.
8. *Г.С. Ковалева, А.Ю. Пентин, Н.А. Заграничная и др.* Естественнонаучная грамотность: сборник эталонных заданий. Выпуск 2: учебное пособие для общеобразовательных организаций. – Москва; Санкт-Петербург: Просвещение, 2021. – 143 с.
9. Естественнонаучная грамотность // Сетевой комплекс информационного взаимодействия субъектов Российской Федерации в проекте «Мониторинг формирования функциональной грамотности учащихся». – URL: <http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/estestvennonauchnayagramotnost>