

Формирование и контроль базовых умений, навыков и компонентов функциональной грамотности учащихся в курсе химии

**Добротин
Дмитрий Юрьевич**

кандидат педагогических наук, заведующий лабораторией естественнонаучных учебных предметов, математики и информатики ФГБНУ «ФИПИ»,
dobrotin@fipi.ru

Ключевые слова: базовое химическое образование, функциональная грамотность, универсальные учебные действия, предметные и метапредметные планируемые результаты.

На современном этапе развития общества обеспечение способности системы образования гибко реагировать на запросы личности, изменение потребностей экономики и социума было и остаётся одной из наиболее актуальных задач. Во всех сферах профессиональной деятельности нужны образованные, креативно мыслящие и умеющие формулировать свои мысли, ориентирующиеся в информационном потоке, способные к сотрудничеству в процессе решения возникающих проблем специалисты, которые могут самостоятельно принимать решения, прогнозируя их возможные последствия¹.

В русле этих тенденций модернизируются многие педагогические понятия, сохраняя продуктивные идеи, реализованные с различной степенью полноты в предшествующих парадигмах, которые имеют немалый потенциал для разработки новых образовательных технологий, применимых, в том числе, в области химического образования. В соответствии с ФГОС курс химии на этапе основной школы теперь также включает и углублённый уровень. Целесообразность его введения и его содержание продолжают вызывать дискуссию у дидактов и методистов в области химии, прежде всего, в аспекте принципов отбора содержания, которое было вложено разработчиками в доработанную версию стандарта. Существенная перегрузка предметных планируемых результатов как по объёму материала, так и по глубине его изучения вряд ли позволит учителю качественно сформировать способы деятельности с ним даже при условии увеличения времени на изучение. В этом плане базовый уровень изучения, предусмотренный ФГОС ООО и ФГОС СОО, и само базовое образование вызывают существенно меньше дискуссий.

Современное *базовое химическое образование* должно содержать инвариантное ядро (непосредственно *базовую часть*), реализующее фундаментальность обучения, и вариативную составляющую (часть), учитывающую профессионально ориентированные интересы учащихся различных профильных классов.

Соответственно, *базовое химическое образование* можно рассматривать как *необходимое и достаточное освоение учащимися способов познания, методов и содержания учебного предмета «Химия», установленных образовательным стандартом*; как *уровень образования, обеспечивающий*

¹ Добротин Д. Ю. Контроль сформированности элементов функциональной грамотности в рамках естественно-научных курсов // Стандарты и мониторинг в образовании. — 2020. — Т. 8. — № 6. — С. 3–12.

возможности полноценного развития личности ребёнка и успешного продолжения образования.

Реализация современного подхода к базовому химическому образованию подразумевает использование современных педагогических *средств и форм* организации процесса обучения химии:

- использование при организации обучения химии современных технологий, инициирующих познавательную активность старшеклассников и способствующих формированию ключевых компетентностей учащихся;

- применение таких форм и методов организации образовательного процесса, которые наиболее соответствуют особенностям юношеского возраста (кейс-технология, перевёрнутый класс, урок-конференция, урок-исследование и др.);

- предоставление учащимся возможностей для приобретения и развития учебно-исследовательских и проектировочных умений, необходимых для адаптации к среднему и высшему профессиональному образованию в рамках использования метода проектов и т. п.;

- создание ресурсов и механизмов для формирования у старшеклассников в процессе изучения химии коммуникативных умений (вести диалог, дискуссию, диспут, публично выступать по теме, участвовать в презентации, защите проекта и т. д.);

- использование адекватных методов оценивания учебных достижений учащихся, включающих не только диагностику качества обучения учебному предмету, но и отражающих рефлексию учебной работы, самоанализ и самооценку полученных результатов, особенности индивидуальной образовательной траектории (формирующее оценивание, портфолио, защита проектов и др.).

Как следует из приведённого перечня методических средств, во главу угла ставится реализация системно-деятельностного подхода, который предполагает поэтапные переходы при формировании умений: от учебной к жизненной ситуации, от деятельности совместной (под руководством учителя, парной, групповой) к самостоятельной познавательной деятельности, от знакомых алгоритмов действий к решению задач в творческой ситуации.

Основной объект реализации системно-деятельностного подхода в рамках преподавания химии — предметные планируемые результаты. Однако специфика курса химии, заключающаяся в наличии практико-ориентированной составляющей, в значении овладения знаково-символической системой, в формировании образного мышления, требует уделять усиленное внимание созданию условий для достижения метапредметных результатов.

Так, например, в составе метапредметных результатов освоения учебного предмета «Химия» наряду с наиболее значимыми для формирования мировоззрения общенаучными понятиями выделены универсальные учебные действия (УУД), которые обеспечивают формирование готовности к самостоятельному планированию и осуществлению учебной деятельности и которые с полным основанием можно квалифицировать в качестве компонентов функциональной грамотности учащихся. В их числе, в частности:

- 1) овладение *базовыми логическими действиями*, такими как: умение использовать приёмы логического мышления при освоении знаний; раскрывать смысл химических понятий; использовать понятия для объяснения фактов и явлений; выбирать основания и критерии для классификации веществ и химических реакций; устанавливать причинно-следственные связи между объектами изучения; строить логические рассуждения, делать выводы и заключения;

- 2) овладение *базовыми исследовательскими действиями*, такими как приобретение опыта планирования, организации и проведения ученических экспериментов, что предполагает умение наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результаты, формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого опыта (исследования), составлять отчёт о проделанной работе;

- 3) овладение *универсальными коммуникативными действиями*, такими как приобретение опыта презентации результатов выполнения химического эксперимента (лабораторного опыта, лабораторной работы по исследованию свойств веществ, учебного исследовательского проекта);

4) овладение *универсальными регулятивными действиями*, такими как: умение самостоятельно определять цели деятельности, планировать и при необходимости корректировать свою деятельность, выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;

5) овладение *способами работы с информацией*, что предполагает: умение выбирать, анализировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления, получаемую из разных источников; умение применять различные методы и запросы при поиске и отборе информации и соответствующих данных, необходимых для выполнения учебных и познавательных и практических задач определённого типа; овладение культурой активного использования различных поисковых систем².

Таким образом, по итогам анализа содержательной характеристики целей обучения химии в современном их понимании можно заключить, что они имеют ярко выраженную направленность на личность и виды познавательной деятельности, способствующие её развитию, на формирование базовых умений, навыков и компетенций, составляющих основу функциональной грамотности обучающихся.

Химическое образование, получаемое выпускниками средней школы, рассматривается как базовое, так как является неотъемлемой частью образованности и, наряду с другими предметами, обеспечивает основание (базу) для развития интеллектуальных и профессиональных качеств человека, формирования общей культуры, важнейшая составляющая которой — функциональная грамотность. Основные составляющие функциональной грамотности следующие: читательская грамотность, математическая грамотность, естественнонаучная грамотность, финансовая грамотность, глобальные компетенции и креативное мышление.

В аспекте школьного химического образования наибольшую актуальность имеют естественнонаучная и читательская грамотность. *Естественнонаучная грамотность* (ЕНГ) по своей сути является интегративной характеристикой образовательной подготовки в области естественных наук. Согласно определению, используемому в рамках исследования PISA, сформированность ЕНГ предусматривает: понимание учащимися основных особенностей естественнонаучного метода познания; готовность использовать естественнонаучные знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира, прогнозирования изменений в нём, происходящих под влиянием различных факторов; умение делать обоснованные заключения на основании научных фактов и имеющихся данных в целях получения достоверных выводов³. Как видно из приведённого перечня, учащиеся должны владеть рядом базовых умений, относящихся к читательской грамотности.

Читательская грамотность определяет способность человека к осмыслению письменных текстов, использованию их содержания для решения учебных задач, развития знаний и возможностей для активного участия в жизни общества.

Существенную роль играет и *математическая грамотность*, влияющая на способность работать с количественными характеристиками веществ (значениями физических величин) и проводить с ними расчёты.

Указанные составляющие функциональной грамотности всё отчётливее находят отражение как в образовательном процессе, так и в рамках контрольно-оценочной деятельности⁴. Задания, предусматривающие комбинированную проверку элементов функциональной грамотности, встречаются в настоящее время в различных оценочных процедурах в России: ЕГЭ, ОГЭ, ВПР и ЕНГО. Остановимся на нескольких примерах заданий для указанных оценочных процедур.

² Каверина А. А., Снастина М. Г., Добротин Д. Ю. Методика формирования и оценивания базовых навыков, компетенций обучающихся по программам основного общего образования по химии, необходимых для решения практико-ориентированных задач. — URL: http://doc.fipi.ru/metodicheskaya-kopilka/metodika-otsenivaniya-bazovykh-navykov/khimiya_metodika.pdf (дата обращения: 27.05.2022).

³ Демидова М. Ю., Добротин Д. Ю., Рохлов В. С. Подходы к разработке заданий по оценке естественнонаучной грамотности обучающихся // Педагогические измерения. — 2020. — № 2. — С. 8–19.

⁴ Решетникова О. А. Подходы к оценке функциональной грамотности в контрольных измерительных материалах государственной итоговой аттестации // Педагогические измерения. — 2020. — № 2. — С. 4–7.

Задания 18 и 19 из ОГЭ по химии для 9-го класса

Пример 1

Нитрат аммония (аммиачная селитра) — химическое соединение, соль азотной кислоты, которое используется в качестве азотного удобрения.

18. Вычислите в процентах массовую долю азота в нитрате аммония. Запишите число с точностью до целых.

Ответ: _____ %.

19. При подкормках овощных и цветочных культур в почву вносится 200 г азота на 100 м². Вычислите, сколько граммов (г) аммиачной селитры надо внести на 100 м² поверхности почвы. Запишите число с точностью до целых.

Ответ: _____ г.



Приведённое задание предусматривает сочетание нескольких видов деятельности и определённую последовательность мыслительных операций. Так, на начальном этапе предполагается составление формулы по названию, затем использование понятия «массовая доля химического элемента» и проведение расчётов по химической формуле, а на завершающем этапе — проведение расчётов с использованием полученных данных в ситуации, имеющей практико-ориентированный контекст.

В следующем задании, применяемом в КИМ ВПР по химии для 11-го класса, акцент сделан на методах научного познания при изучении веществ. В частности, проанализировав изображения, учащийся должен понять, о каком из методов идёт речь, и соотнести с предложенными в условии задания конкретными примерами. Сформулированные выводы он должен зафиксировать в предложенной таблице, вписав в неё требуемые данные.

Практика выполнения таких заданий показывает, что не все учащиеся легко

Пример 2

Из курса химии Вам известны следующие методы познания веществ и явлений: наблюдение, эксперимент, измерение, моделирование и др.

На рис. 1–3 изображены примеры применения некоторых из этих методов.



Рис. 1



Рис. 2

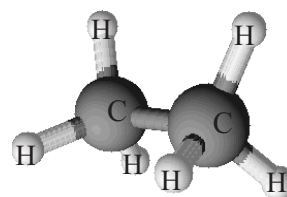


Рис. 3

Определите, какие из изображённых на рисунках методов познания можно применить для:

- 1) подтверждения характерных химических свойств вещества;
- 2) прогнозирования свойств вещества.

Запишите в таблицу название метода познания и соответствующий этому методу номер рисунка.

Цель исследования	Метод познания	Номер рисунка
Подтверждение характерных химических свойств вещества		
Прогнозирование свойств веществ		

с ними справляются. И это несмотря на то, что проверяются в них базовые знания в области химии и сформированность общеучебных умений, востребованных в различных предметных областях.

Как видно из приведённых примеров, предметная ориентированность наших контрольно-оценочных процедур ни в коей мере не мешает формированию и последующей оценке как базовых предметных знаний и умений, так и составляющих функциональной грамотности. В этом отношении определённое влияние на низ-

кую успешность при выполнении заданий международных мониторинговых исследований качества образования, таких как PISA и TIMSS, могут оказывать особенности формулирования заданий и более широкий охват контролируемых умений⁵.

В связи с этим специалистами ФИПИ был разработан банк заданий, направленный на формирование и контроль сформированности естественнонаучной грамотности обучающихся (ЕНГО) с акцентом на предметное содержание. Приведём пример такого задания.

Пример 3

Многообразие растворов

Растворы играют огромную роль в природе, науке и технике. Растворы — это однородные смеси, которые состоят из двух и более компонентов: растворителя и растворённого вещества (твёрдого, жидкого или газообразного). Все методы разделения смесей основываются на различиях в свойствах образующих их веществ: агрегатных состояниях, температурах кипения и плавления, размерах частиц и др. По агрегатному состоянию растворы делятся на твёрдые, жидкие, газообразные.



Наиболее распространены жидкие растворы. Природная вода является раствором, ведь в ней содержатся растворённые вещества. По нашим сосудам тоже течёт раствор, в котором содержание солей — около 0,9%. Плазма крови, желудочный сок тоже являются растворами. Большинство физико-химических процессов в живых организмах протекает в растворах.

В настоящее время принята физико-химическая теория растворов, которую ещё в 1906 г. предсказывал Д. И. Менделеев. Однако следует заметить, что долгое время существовали сторонники физической и химической теорий растворов. Физическая сторона процесса заключается в разрушении кристаллической решётки вещества и равномерном распределении, по принципу диффузии, частиц растворённого вещества среди молекул растворителя. Химическая сторона процесса проявляется во взаимодействии частиц растворённого вещества с молекулами растворителя.

1. Приведите пример газообразного раствора. Предложите способ его разделения. На каком свойстве газов он основывается?

2. Известно, что вода покрывает 3/4 поверхности Земли. Однако экологи утверждают, что проблема нехватки воды станет одной из самых актуальных во второй половине XXI в. Назовите два фактора, которые подтверждают прогноз экологов.

3. При приготовлении раствора серной кислоты для автомобильного аккумулятора к воде постепенно добавляют концентрированную серную кислоту. При этом происходит разогревание образующегося раствора.

Будет ли отмечаться такой же эффект, если приливать к серной кислоте воду? Ответ поясните.

⁵ Демидова М. Ю., Добротин Д. Ю., Рохлов В. С. Подходы к разработке заданий по оценке естественнонаучной грамотности обучающихся // Педагогические измерения. — 2020. — № 2. — С. 8–19.

Как видно из условия задания, для его выполнения необходимо владение определённым объёмом химических знаний⁶. Однако основной объект его контроля — аналитические способности обучающихся, их умение работать с приведёнными данными и формулировать на их основе вывод.

Существенно более сложный предметный материал контролируется заданиями КИМ ЕГЭ по химии. В приведённом ниже задании акцент сделан на взаимосвязанном контроле умений, формируемых в процессе выполнения химического эксперимента, а также базовых знаний, относящихся к теме «Реакции в водных растворах электролитов». Следует также отметить и важную роль навыков составления уравнения реакций на основе текста, т. е. навыков перевода из одной знаковой системы в другую.

Пример 4

В одну из пробирок с осадком гидроксида алюминия добавили сильную кислоту X, а в другую — раствор вещества Y. В результате в каждой из пробирок наблюдали растворение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) бромоводородная кислота
- 2) гидросульфид натрия
- 3) сероводородная кислота
- 4) гидроксид калия
- 5) гидрат аммиака

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Приведённое задание относится к мысленным экспериментам, которые широко используются в практике международных мониторинговых исследований в аспекте оценивания естественнонаучной грамот-

⁶ Методические рекомендации по использованию заданий ЕНГО с химическим содержанием. — URL.: http://www.образование44.рф/koiro/CROS/foi/OVSiOA/vs/20211/Биология%20и%20химия/ХИ+ЕНГО_Добротин.pdf (дата обращения: 27.05.2022).

ности⁷. Интересный вариант решения заданий подобного содержания — наглядное (схематическое) изображение описанных в условии заданий процессов.

Эти примеры заданий позволяют увидеть значимость формирования как элементов базовых предметных знаний и умений, по сути, академической грамотности, так и элементов функциональной грамотности.

Именно «с академической грамотностью традиционно связано содержание отечественного образования, которое конструируется на основе базовых понятий основных отраслей науки. В условиях быстро меняющегося и насыщенного информацией мира с неопределённым будущим понимание академической грамотности выходит за границы предметных знаний, умений и навыков, смещая акценты в сторону развития умения добывать, сопоставлять и анализировать информацию, критически её оценивать, интерпретировать идеи и скрытые смыслы, делать самостоятельные выводы, а главное — продуцировать собственные гипотезы, обосновывать и доказывать их состоятельность и выражать всё это в форме связного, логически упорядоченного и структурированного устного или письменного текста»⁸.

Таким образом, наметившееся в последнее время направление на формирование составляющих функциональной грамотности предусматривает акцентирование внимания в содержании образования на работе с информацией, представляемой в различной форме, в том числе максимально приближенной к реальным (жизненным) ситуациям и предусматривающей определение подходов к решению проблемных вопросов, прогнозированию результатов, анализу данных экспериментальных исследований и др.

⁷ Из опыта разработки заданий по оценке естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии / А. А. Каверина, Г. Н. Молчанова, Н. В. Свириденкова, М. Г. Снастина // Педагогические измерения. — 2017. — № 2. — С. 91–96.

⁸ Алексашина И. Ю., Абдулаева О. А., Киселев Ю. П. Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся: учебно-методическое пособие / науч. ред. И. Ю. Алексашина. — СПб.: КАРО, 2019. — 160 с. — С. 26.

Вместе с тем в концепции технологического образования П. Р. Атутова функциональная грамотность рассматривается в двух аспектах, «первый из которых связан с вооружением учащихся необходимым и достаточным объёмом знаний, умений, навыков, обеспечивающих возможность вхождения школьников в будущую деятельность»⁹.

⁹ Ермоленко В. А. Развитие функциональной грамотности обучающегося: теоретический аспект // Электронное научное издание «Альманах Пространство и Время». — 2015. — № 1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-funktsionalnoy-gramotnosti-obuchayushchegosyateoreticheskiy-aspekt> (дата обращения: 27.05.2022).

Данный подход оптимален и при построении процесса обучения в рамках формирования базового химического образования, так как, с одной стороны, школа должна помочь выпускнику адаптироваться к будущей профессиональной деятельности с учётом новых технологических и социальных особенностей, а с другой — обеспечить молодёжи возможность скорректировать свою профессиональную траекторию в условиях вероятных изменений в запросах современного социума.