



Федеральная служба по надзору в сфере
образования и науки
Федеральный институт педагогических
измерений

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ БАЗОВЫХ НАВЫКОВ, КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОГРАММАМ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ХИМИИ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИКО- ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ

(подготовлена во исполнение пункта 13 Плана работ ФГБНУ «ФИПИ» на 2021 г. в рамках мероприятия «Обеспечение выполнения п. 1.2.10 Тематического плана: разработка методики формирования и оценивания базовых навыков, компетенций обучающихся по программам основного общего образования по обществознанию, биологии, физике, химии, необходимых для решения практико-ориентированных задач»)

Регистрационный номер в ЕГИСУ НИОКТР 222011100070-6 от 11 января 2022 г.

Москва, 2021

Авторы: Добротин Дмитрий Юрьевич, заведующий лабораторией естественно-научных учебных предметов, математики и информатики ФГБНУ «ФИПИ», к.п.н.;

Каверина Аделаида Александровна, старший научный сотрудник ФГБНУ «ИСРО РАО», к.п.н., доц.;

Снастина Марина Геннадьевна, учитель химии ГБОУ г. Москвы «Школа « 1935», учитель высшей категории

При изучении учебных предметов, во внеурочной деятельности, в социальной практике обучающиеся основной школы должны решать разнообразные практико-ориентированные задачи, что обусловило центральную роль функциональной грамотности в системе установленных ФГОС результатов освоение образовательных программ основного общего образования.

Фокус на решение практико-ориентированных задач при изучении химии в основной школе также является мощным мотиватором познавательной активности обучающихся, осознанного выбора ими профиля обучения в средней школе.

Объектом данного исследования являются предметные методики, направленные на формирование у обучающихся по программам основного общего образования базовых навыков, компетенций, необходимых для решения практико-ориентированных задач по химии.

Цель исследования – формулирование концептуальных подходов к формированию у обучающихся по программам основного общего образования базовых навыков, компетенций, необходимых для решения практико-ориентированных задач по химии, и их оцениванию.

Задачи исследования:

- 1) описание на основе современных научных представлений теоретического конструкта «практико-ориентированная задача»;
- 2) выявление и описание базовых навыков, компетенций, необходимых для решения практико-ориентированных задач по химии;
- 3) формулирование подходов к формированию данных базовых навыков, компетенций на уроках химии;
- 4) анализ возможностей использования валидных стандартизированных средств (инструментария ВПР, ОГЭ, сравнительных международных исследований), а также разработанного ФГБНУ «ФИПИ» банка заданий по естественнонаучной грамотности для оценивания сформированности рассматриваемых базовых навыков, компетенций.

Значимым методом исследования является анализ дидактических и принятых в предметных методиках преподавания химии подходов к определению понятий «задача» и «практико-ориентированная задача», построению типологии задач. С учетом глобальных компетенций и задач формирования функциональной грамотности обучающихся основной школы дано описание круга базовых навыков, компетенций, необходимых для решения практико-ориентированных задач по химии. Проводился анализ возможностей использования валидного инструментария всероссийских проверочных работ, основного государственного экзамена, международных сравнительных исследования (PISA) для формирования и оценивания базовых навыков, компетенций, необходимых для решения практико-ориентированных задач по химии.

Практическая значимость исследования определяется внедрением в практику работы общеобразовательных школ, региональных институтов развития образования и институтов повышения квалификации учителей, педагогических вузов методики формирования и оценивания у обучающихся по программам основного общего

образования базовых навыков, компетенций, необходимых для решения практико-ориентированных задач по химии.

Оглавление

Перечень сокращений и обозначений	5
1. Описание целей и задач учебного предмета «химия», ориентированных на формирование базовых умений, навыков и компонентов функциональной грамотности обучающихся.....	6
2. Проблема формирования функциональной грамотности обучающихся при обучении химии: отражение особенностей ее развития в научных публикациях, учебной и методической литературе	10
3. О методических подходах к формированию функциональной грамотности обучающихся при изучении химии	13
4. Анализ инструментов оценивания базовых навыков, компетенций обучающихся, необходимых для решения практико-ориентированных задач, и описание методики их использования в рамках текущего, рубежного и итогового контроля.....	16

Перечень сокращений и обозначений

В настоящем отчете о НИР применяются следующие сокращения и обозначения.

ВПР	всероссийские проверочные работы
КИМ	контрольные измерительные материалы
ОГЭ	основной государственный экзамен
ФГБНУ «ФИПИ»	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный институт педагогических измерений»
ФГОС ООО	Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования
УМК	учебно-методический комплект
ФГБНУ «ИСРО РАО»	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт стратегии развития образования Российской академии образования»

1. Описание целей и задач учебного предмета «химия», ориентированных на формирование базовых умений, навыков и компонентов функциональной грамотности обучающихся

Химическое образование обучающихся основной школы по отношению к целостной системе химического образования выступает в качестве базового. Оно призвано на соответствующем ему уровне реализовать присущие общему химическому образованию ключевые ценности в плане познания законов природы, формирования мировоззрения и общей культуры человека, а также в плане экологически обоснованного отношения к своему здоровью и природной среде.

В Программе основного общего образования по химии данное положение явилось ведущим при определении содержательной характеристики всех компонентов учебного предмета «Химия»: целей, задач и содержания обучения, планируемых результатов освоения основной образовательной программы, системы контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, способов организации учебно-воспитательного процесса. Для понимания сущности обсуждаемой проблемы важно проанализировать представленную в Программе содержательную интерпретацию названных компонентов, в первую очередь это относится к целям и задачам учебного предмета «Химия».

Прежде всего заметим, что в практике преподавания химии при определении целей обучения направлением первостепенной значимости традиционно признается формирование знаний основ химической науки как области современного естествознания, практической деятельности человека и как одного из компонентов мировой культуры. С методической точки зрения такой подход к определению целей изучения предмета «химия» признан вполне оправданным, поскольку химия – это прежде всего логическая система знаний и в то же время исторически сложившаяся форма деятельности социального характера.

Между тем цели обучения химии в современной школе в Программе уточнены и скорректированы в соответствии с новыми приоритетами в системе общего и среднего образования. Сегодня в образовании особо значимой считается направленность образования на процесс развития и саморазвития личности, на формировании ее интеллекта и общей культуры. Предпочтение отдается компетентностной (деятельностной) парадигме, которая ориентирована на усиление практической компоненты содержания обучения, на подготовку выпускника, владеющего не набором знаний, а функциональной грамотностью, т.е. способами и умениями активного получения знаний и применения их в реальной жизни для решения практических задач.

Содержание современного школьного химического образования отражает все первоочередные образовательные, воспитательные и развивающие функции целостной системы общего среднего образования, чем обусловлено использование новых подходов к определению содержательной характеристики целей и задач учебного предмета «химия». Так, наряду с главной задачей обучения – формирование знаний основ химической науки и знаний о методах познания, используемых в химии, в содержании целей предмета «Химия» к числу задач доминантного значения отнесены, к примеру, такие как:

– адаптация обучающихся к условиям динамично развивающегося мира; формирование интеллектуально развитой личности, готовой к самообразованию, сотрудничеству, самостоятельному принятию грамотных решений в конкретных жизненных ситуациях, связанных с веществами и их применением;

– формирование у обучающихся ключевых навыков (ключевых компетенций), имеющих универсальное значение для различных видов деятельности: поиска, анализа и обработки информации, необходимых для приобретения опыта практической и исследовательской деятельности, занимающей важное место в познании химии, для оценки с позиций экологической безопасности характера влияния веществ и химических процессов на организм человека и природную среду;

– формирование и развитие таких черт личности, как ассоциативное и логическое мышление, наблюдательность, собранность, аккуратность, которые, в частности, особенно необходимы при планировании, организации и проведении эксперимента.

Особенность новых подходов к определению целей предмета «Химия» проявилась также в том, что они получили методическую интерпретацию в содержании личностных, метапредметных и предметных результатов освоения основной образовательной программы в виде компетенций, которыми должны овладеть учащиеся.

Известно, что «Компетенция – это общая способность, основанная на знаниях, опыте, ценностях, которые приобретены благодаря обучению»¹ и «Она тесно связывает одновременную мобилизацию знаний, умений и способов поведения, настроенных на условия конкретной деятельности»². Общепринято, что компетентность не противопоставляется знаниям и умениям. Она включает их в себя, но не путем простого суммирования, а посредством свободного использования наиболее эффективного для

¹ Шишов С.В., Кальней В.А. Мониторинг качества образования в школе. – М.: Российское педагогическое агентство, 1998. – 354 с.

² Рыжаков М.В. Ключевые компетенции в стандарте: возможности реализации // Стандарты и мониторинг в образовании. – 1999. – № 4. – С. 20–23.

данной конкретной ситуации набора знаний/умений из числа тех, которые имеются в арсенале обучающихся³.

Проведенная конкретизация целей обучения химии отвечает указанным характеристикам понятий компетенции и компетентности в контексте содержания образования и его качества. Благодаря этому учитель может получить более четкое представление о том, какие знания и умения имеют прямое отношение к реализации данной цели. Подтверждением изложенного является описание содержания отдельных планируемых результатов. Так, например, отмечается, что личностные результаты освоения программы основного общего образования по химии «достигаются при изучении предмета в единстве учебной и воспитательной деятельности Организации в соответствии с традиционными социокультурными и духовно-нравственными ценностями, принятыми в обществе правилами и нормами поведения». Они отражают, в частности (в сфере ценностей научного познания), сформированность:

- мировоззренческих представлений о веществе и химической реакции, соответствующих современному уровню развития науки и составляющих базовую основу для понимания сущности научной картины мира;

- познавательных мотивов, направленных на получение новых знаний по химии, необходимых для объяснения наблюдаемых процессов и явлений;

- познавательной и информационной культуры, в том числе навыков самостоятельной работы с учебными текстами, справочной литературой, доступными техническими средствами информационных технологий.

В сфере экологического воспитания – сформированность:

- экологически целесообразного отношения к природе как источнику жизни на Земле, понимания ценности здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью, осознания ценности соблюдения правил безопасного поведения при работе с веществами, а также в ситуациях, угрожающих здоровью и жизни людей;

- способности применять знания, полученные при изучении химии для решения задач, связанных с окружающей природной средой, обеспечением ее сохранности, осознания глобальных экологических проблем и путей их решения посредством методов химии.

Наиболее подробно методическая интерпретация целей обучения химии осуществлена в части метапредметных и предметных результатов освоения ООП. Так,

³ Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 8–14.

например, в составе метапредметных результатов освоения учебного предмета «химия» наряду с наиболее значимыми для формирования мировоззрения общенаучными понятиями выделены универсальные учебные действия, которые обеспечивают формирование готовности к самостоятельному планированию и осуществлению учебной деятельности и которые с полным основанием можно квалифицировать как компоненты функциональной грамотности обучающихся; в их числе, в частности, овладение:

1) базовыми логическими действиями, такими как умения: использовать приемы 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) базовыми исследовательскими действиями – приобретение опыта по планированию, организации и проведению ученических экспериментов, что предполагает умения наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результаты, формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного опыта, исследования, составлять отчет о проделанной работе;

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

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

5) способы работы с информацией, что предполагает: умения 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 определенного типа; овладение культурой активного использования различных поисковых систем.

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 ее

развитию, на формирование базовых умений, навыков и компетенций, составляющих основу функциональной грамотности обучающихся.

2. Проблема формирования функциональной грамотности обучающихся при обучении химии: отражение особенностей ее развития в научных публикациях, учебной и методической литературе

Проблема формирования функциональной грамотности обучающихся при обучении химии, относящаяся неизменно к разряду актуальных проблем, развивалась по своей сути адекватно тем изменениям, которые происходили в системе химического образования. Имеются в виду прежде всего изменения в понимании целей учебного предмета «химия» и требований к уровню подготовки выпускников. Так, в частности, в период решения задач по обновлению содержания химического образования в соответствии с установками «Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года», одобренной распоряжением правительства РФ (протокол № 1756-р от 29 декабря 2001 г.), проблема функциональной грамотности обучающихся решалась, исходя главным образом из задачи усиления практической направленности обучения химии. В методическом отношении реализация этого направления предполагала:

1) обеспечение в содержании предмета связи между базовыми знаниями о свойствах веществ и закономерностях химических реакций и прикладными знаниями о применении веществ и общих научных принципах получения веществ в промышленности: с вопросами о природных источниках сырья и возможных путях его переработки, физико-химических особенностях реакций, лежащих в основе получения определенного продукта, и оптимальных условиях осуществления этих реакций, о научных принципах управления производственными реакциями того или иного типа;

2) усиление практической направленности химического эксперимента путем обогащения его содержания опытами с некоторыми веществами, используемыми в повседневной жизни, в целях углубления и расширения кругозора обучающихся, формирования и развития у них умений наблюдать и объяснять химические явления, соблюдать правила безопасного обращения с веществами в школьной лаборатории, использовать полученные знания для решения практических задач в реальных жизненных ситуациях, связанных с химией⁴.

Как видно, понимание функциональной грамотности обучающихся, формируемой в рамках усиления прикладной направленности изучения предмета, основывалось на идее о

⁴ Иванова Р.Г., Каверина А.А. Об основных направлениях обновления химического образования при переходе к двенадцатилетней школе // Химия в школе. – 2000. – № 3. – С. 2–5.

том, что важным условием обеспечения функционально грамотного поведения обучающихся является определенный объем базовых и прикладных знаний, результатом освоения которых должна стать сформированность у обучающихся умения самостоятельно применять эти знания для решения практических задач.

На уровне школьной практики преподавания химии реализация этой идеи осуществлялась в разных формах. Так, например, имело место проведение исследования, целью которого являлось научное обоснование методических возможностей осуществления прикладной направленности обучения химии во внеурочной работе, в частности в условиях комплексных учебных экспедиций по изучению экологического состояния природных объектов – водоемов, почвы, воздуха – конкретного региона. В результате данного исследования:

1) дано теоретическое обоснование принципов отбора содержания для проведения в полевых условиях занятий исследовательского характера;

2) разработана методика проведения этих занятий, главной составной частью которых являлась система заданий, ориентированных на развитие познавательной деятельности обучающихся, их интереса к химии и самостоятельности в приобретении новых знаний;

3) научно и практически обоснована роль учебных экспедиций в формировании функциональной грамотности обучающихся⁵.

В настоящее время складывается новое понимание сущности функциональной грамотности обучающихся, формируемой при обучении химии, которое основывается на базовых установках ФГОС ООО относительно личностно-ориентированного и деятельностного подхода к обучению. Согласно этим установкам можно отметить, что в содержательной характеристике функциональной грамотности обучающихся ведущее значение приобретают не столько сами знания прикладного и практико-ориентированного характера, сколько планируемые результаты освоения этих знаний, заданные в виде компетенций, имеющих универсальное значение для различных видов деятельности. Поэтому, на наш взгляд, в контексте разговора о функциональной грамотности обучающихся, формируемой при изучении химии, важно обратить внимание на следующие моменты, разъясняющие сущность планируемых результатов по освоению содержания курса химии.

1. Планируемые результаты характеризуют способы действий с учебным материалом, которые обуславливают успешность решения учебно-познавательных задач

⁵ Антонова С.С. Методическое обеспечение прикладной направленности обучения химии во внешкольной работе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 2004.

при изучении предмета и способствуют интеллектуальному развитию и воспитанию обучающихся.

2. Главными ориентирами для определения состава планируемых результатов обучения химии в основной школе явились: логика построения курса, логика организации учебного процесса, а также специфика самого предметного знания, выступающего в качестве основы для формирования определенной совокупности действий, направленных на успешное освоение знаний, их приобретение и применение в новой ситуации.

3. Общая направленность планируемых результатов освоения содержания курса химии подчинена целям повышения общеобразовательной культуры и развития личности обучающихся, целям формирования их функциональной грамотности и интеллектуальных умений, позволяющих осмыслить изучаемые явления, использовать свой опыт для получения новых знаний, для нахождения необходимых решений в реальных жизненных ситуациях, связанных с химией⁶.

Планируемым результатом первостепенной значимости признана сформированность естественнонаучной грамотности, которая становится важной составной частью функциональной грамотности обучающихся, формируемой при изучении химии⁷.

Естественнонаучную грамотность определяют такие компетенции, как понимание основных особенностей естественнонаучного метода познания; способность использовать естественнонаучные знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира, для прогнозирования изменений в нем, происходящих под влиянием различных факторов; умение делать обоснованные заключения на основании научных фактов и имеющихся данных в целях получения достоверных выводов⁸. Заметим, что данные компетенции в определенной мере соотносятся с характером базовых логических и исследовательских, универсальных коммуникативных и регулятивных действий, представленных в содержании метапредметных результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования по химии. Кроме того, к компетенциям естественнонаучного характера, которыми должны овладеть учащиеся, можно отнести способность самостоятельно использовать получаемые знания о методах познания веществ и химических явлений для решения проблем в конкретных критических

⁶ Химия. Планируемые результаты. Система заданий. 8–9 классы: пособие для учителей общеобразоват. учреждений / А.А. Каверина, Р.Г. Иванова, Д.Ю. Добротин; под ред. Г.С. Ковалевой, О.Б. Логиновой. – М.: Просвещение, 2013. – 128 с.

⁷ Демидова М.Ю., Добротин Д.Ю., Рохлов В.С. Подходы к разработке заданий по оценке естественнонаучной грамотности обучающихся // «Педагогические измерения». – 2020. – № 2. – С. 8.

⁸ Основные результаты исследования PISA–2015 / Центр оценки качества образования ФБГНУ «Институт стратегии развития образования РАО». URL: <<http://centroko.ru>>.

ситуациях, а также способность оценивать достоверность информации о свойствах веществ и их применении, полученной из разных источников⁹. Есть все основания полагать, что названную совокупность функционально значимых действий, умений и компетенций можно рассматривать в качестве ведущей компоненты естественнонаучной грамотности обучающихся, формируемой при изучении химии, и, соответственно, в качестве важной (компетентностной) составной части содержания их функциональной грамотности.

3. О методических подходах к формированию функциональной грамотности обучающихся при изучении химии

В практике преподавания химии используются различные способы и методические приемы по формированию естественнонаучной грамотности обучающихся. Проиллюстрируем это на примере формирования таких обязательных для усвоения учащимися компетенций, как понимание особенностей основных методов познания веществ и способность применять данные знания для анализа изучаемых химических явлений, объяснения и прогнозирования происходящих в них изменений.

При изучении химии учащиеся знакомятся с одним из важных методов «познания веществ и химических реакций» – с методом моделирования, основанного на использовании символических (знаковых) моделей, потому что непосредственное наблюдение внутреннего мира веществ невозможно и о сущности химических явлений мы судим по косвенным признакам. При изучении химии особенно широко применяют три модельных представления: химический знак (символ элемента), химическая формула и уравнение химической реакции. Эти знаковые модели составляют основу большинства заданий и упражнений, которые используют в учебном процессе в целях получения новых знаний, их систематизации и обобщения изученного¹⁰. Выполнение таких заданий предполагает разнообразную по характеру познавательную деятельность обучающихся. Например, потребуется выполнить конкретное действие по преобразованию текстовой информации о названиях веществ, участвующих в реакции, и названиях веществ – продуктов реакции в знаковую модель химического процесса, в которой исходные и полученные вещества будут представлены в виде химических формул, а сам процесс – в виде химического уравнения. Для построения такой знаковой модели процесса

⁹ Каверина А.А., Стаханова С.В. К вопросу о формировании и способах оценки естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии: сб. ст. Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества / под общ. ред. Г.В. Лисичкина. – М.: Изд-во Московского университета, 2018. – 248 с.

¹⁰ Каверина А.А. О воспитательном потенциале учебного предмета «Химия» в общеобразовательной школе // «Химия в школе». – 2020. – № 9. – С. 16–22.

учащимся потребуются опорные знания о составе, строении и свойствах веществ, а также знания об особенностях протекания реакций определенного типа.

Такие задания получили название «мысленный эксперимент». Примером может служить следующее задание¹¹.

Пример 1

В пробирку с раствором газа X добавили раствор вещества Y. В результате реакции наблюдали выпадение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступить в реакцию, описанную в условии задания.

- 1) сульфит калия
- 2) аммиак
- 3) нитрат алюминия
- 4) хлороводород
- 5) нитрат натрия

Для обучающихся выполнение этого задания предполагает следующую последовательность действий: 1) анализ информации, содержащейся в условии, – это указание на признак протекающей реакции и перечень названий веществ, из числа которых нужно выбрать неизвестные вещества X и Y; 2) актуализация знаний о свойствах всех указанных в задании веществ для выбора тех из них, которые могут вступить в описанную реакцию; 3) преобразование текстовой информации о названиях веществ в знаковые модели – их химические формулы; 4) получение дополнительных данных о свойствах указанных веществ на основании анализа данных таблицы «Растворимость кислот, оснований, солей в воде»; 5) установление соответствия между условием задания и полученными данными о свойствах веществ, выбор веществ X и Y; 6) составление химического уравнения – модели реакции между выбранными веществами, которое подтверждает правильность выбора.

Как видно, рассмотренное задание направлено на проверку сформированности умений и компетенций, которые можно отнести к важным характеристикам естественнонаучной грамотности школьников. Подобные задания получают все большее предпочтение при обучении химии, поскольку приобщение обучающихся к моделированию в процессе изучения веществ и химических явлений оказывает позитивное влияние на формирование у них способности самостоятельно структурировать

¹¹ Каверина А.А., Молчанова Г.Н., Свириденкова Н.В., Снастина М.Г. Из опыта разработки заданий по оценке естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии // Педагогические измерения. – 2017. – № 2. – С. 91–96.

изучаемый материал, воспринимать его целостно. Это является немаловажным показателем развития их мышления, памяти и функциональной грамотности.

В решении задач по формированию функциональной грамотности обучающихся особая роль отводится ученическому химическому эксперименту. Это обусловлено в значительной мере спецификой его содержания и функционального назначения.

Химический эксперимент как один из основных методов познания при обучении химии выступает в учебном процессе в качестве:

1) первоначального источника знаний о веществе и химической реакции;

2) средства для формирования и совершенствования практических навыков при обращении с учебным оборудованием и веществами, для формирования у обучающихся готовности к самостоятельному планированию и осуществлению учебной исследовательской деятельности по установлению и описанию свойств и особенностей изучаемых веществ и химических реакций;

3) средства для формирования интереса к химии, развития у обучающихся базовых навыков – наблюдательности, инициативы, стремления к поиску новых знаний, к самостоятельному проведению опытов по распознаванию и получению веществ, поскольку любое, даже самое небольшое, исследование для них – это интересная, наполненная открытиями творческая деятельность.

На основании изложенных положений можно заключить, что для химического эксперимента характерны следующие функции: познавательная, потому что он важен для усвоения учащимися основ химии; воспитывающая, потому что он способствует формированию мировоззрения школьников, развитию их мышления и интеллекта; развивающая, поскольку он служит основой для приобретения и совершенствования общеучебных и практических умений и навыков, которые являются элементами деятельностной компоненты функциональной грамотности обучающихся¹².

Ученический эксперимент составляют лабораторные опыты, лабораторные и практические работы, лабораторный практикум. Цели, задачи, содержание и порядок выполнения эксперимента независимо от его формы и функционального назначения определяются с учетом общеобразовательных задач изучения курса, планируемых метапредметных и предметных результатов освоения ООП, общих требований к эксперименту как одному из основных методов познания, используемых в химии.

В практике преподавания предмета предпочтение отдается лабораторным работам как форме учебного эксперимента, самостоятельно выполняемого учащимися. Работы

¹² Общая методика обучения химии в школе / Р.Г. Иванова, Н.А. Городилова, Д.Ю. Добротин, А.А. Каверина и др.; под ред. Р.Г. Ивановой. – М.: Дрофа, 2008. – 319 с.

используются в учебном процессе как при изучении нового материала, так и на этапе его обобщения и систематизации. Примером тому являются работы по темам: «Характерные химические свойства солей», «Решение экспериментальных задач по темам "Металлы"/"Неметаллы"». Каждая из этих работ ориентирована на выполнение химического эксперимента различного содержания и уровня сложности и предполагает использование определенного объема теоретических знаний в качестве основы, а также последовательное совершенствование ключевых общеучебных умений, таких как анализировать, сравнивать изучаемые объекты, формулировать выводы. Большое значение эти работы имеют для формирования практического опыта обучающихся по применению полученных знаний в новых ситуациях. Формируемые практические умения и навыки служат основой для ознакомления обучающихся с методами познания в естественных науках, а также для подготовки к ГИА в форме ОГЭ, в рамках которой предусмотрено выполнение заданий, включающих проведение реального химического эксперимента^{13,14,15}.

4. Анализ инструментов оценивания базовых навыков, компетенций обучающихся, необходимых для решения практико-ориентированных задач, и описание методики их использования в рамках текущего, рубежного и итогового контроля

В процессе формирования естественнонаучной грамотности обучающихся как важной составляющей общей функциональной грамотности важная роль отводится системе заданий, с помощью которых можно как проводить мониторинг уровня сформированности естественнонаучной грамотности, так и использовать задания для формирования базовых навыков и компетенций обучающихся. Важнейшими формируемыми компетенциями являются следующие: научно объяснять явления, понимать особенности естественнонаучного исследования и интерпретировать данные, использовать доказательства для получения выводов.

Владение каждой из этих компетенций проявляется в способности учащегося осуществлять определенные познавательные действия. Надо отметить, что при этом обязательно должны применяться необходимые предметные знания, поэтому любое из заданий имеет привязку к определенному тематическому блоку курса химии основной школы. Компетентностно-ориентированные задания характеризуются как различной

¹³ Добротин Д.Ю. Контролирующая функция школьного эксперимента // Химия в школе. – 2017. – № 3. – С. 47–50

¹⁴ Добротин Д.Ю., Каверина А.А., Молчанова Г.Н. О проверке экспериментальных умений учащихся // Химия в школе. – 2016. – № 1. – С 8–15.

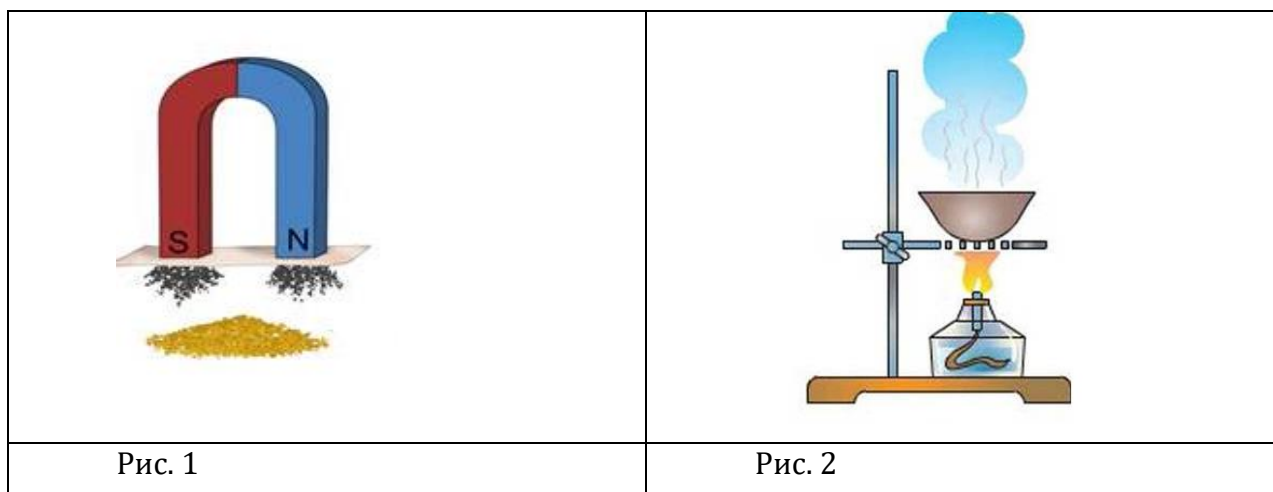
¹⁵ Добротин Д.Ю. Особенности содержания и организации экспериментальной части ГИА по химии: сб. ст. Естественнонаучное образование: химический эксперимент в высшей и средней школе. Сер. Методический ежегодник Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (под общ. ред. проф. Г.В. Лисичкина). МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет. Т. 16. 2020. С. 189–199.

формой предъявления условий заданий, так и уровнем их сложности. Уровень сложности задания учитывает несколько факторов: учебные действия, которые необходимы для выполнения задания (мыслительные операции, вычисления и т.п.), а также объем проверяемого предметного содержания и характер контекста, используемого в условии задания. В тексте условия задания описывается некоторая ситуация, обычно практико-ориентированной направленности, а к этому тексту формулируется несколько заданий. В настоящее время использование подобных заданий прочно входит в практику преподавания химии как в основной, так и в старшей школе. Проанализируем структуру, содержание и направленность некоторых конкретных заданий.

Пример 2

Из курса химии Вам известны следующие способы разделения смесей: отстаивание, фильтрование, дистилляция (перегонка), действие магнитом, выпаривание, кристаллизация.

На рис. 1, 2 изображены два примера использования некоторых из перечисленных способов.



1. Определите названия способов, которые представлены на каждом из рисунков.

2. Предложите составы двух смесей (каждая состоит из двух веществ), разделить которые можно с помощью этих способов. Используйте вещества из списка: сульфат калия, железные опилки, растительное масло, вода, алюминиевые стружки, крахмал.

Ответ запишите в таблицу.

Номер рисунка	Способ разделения смеси	Вещества – компоненты смеси
---------------	-------------------------	-----------------------------

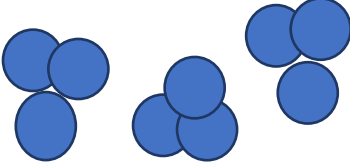
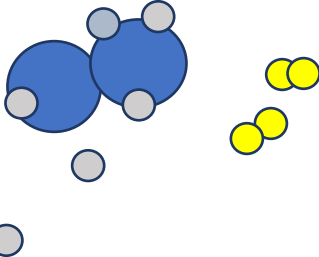
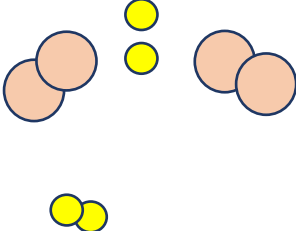
1		
2		

Данное задание направлено на проверку компетенции «Понимание особенностей естественнонаучного исследования». Учащиеся при выполнении первой части этого задания должны использовать знания о научных методах познания, которые применяются в химии, соотнести название метода с изображением на рисунке. Выполняя вторую часть задания учащимся необходимо применить знания о свойствах указанных в условии задания веществ (их растворимости, магнитных свойствах), для того чтобы составить смесь, разделить которую можно способами, указанными в условии задания. Уровень сложности этого задания можно характеризовать как низкий, так как выполнение задания требует от обучающихся применения базовых знаний о методах познания в химии и свойствах некоторых веществ, а также осуществления одной-двух несложных мыслительных операций.

Пример 3

Одним из научных методов познания веществ и химических явлений является моделирование. Модели молекул отражают характерные особенности реальных объектов.

Рассмотрите модели молекул на рис. 1–3.

		
Рис. 1	Рис. 2	Рис. 3

1. На основании этих моделей определите, на каком рисунке изображено(-а)

- а) простое вещество;
- б) смесь, состоящая из простых веществ.

2. Выберите из списка формулы веществ, которым могут соответствовать эти модели молекул: H_2O , H_2 , NH_3 , Cl_2 , O_3 . Укажите формулы веществ, соответствующие моделям на выбранных рисунках.

Ответ запишите в таблицу.		
Изображено	Номер рисунка	Формулы веществ
Простое вещество		
Смесь простых веществ		

Это задание также проверяет сформированность компетенции «Понимание особенностей естественнонаучного исследования». Контекст задания содержит схематические рисунки – модели молекул, анализируя которые учащиеся должны вычленить характерные признаки веществ, например их качественный состав. На основании качественного состава они определяют классификационный признак объекта, представленного на каждом рисунке. Во второй части задания предполагается проверка умения преобразовать один вид моделей – рисунок – в другой – химические формулы веществ. Уровень сложности подобных заданий низкий, так учащиеся применяют для их выполнения базовые знания некоторых химических понятий и несложные мыслительные действия.

Метод моделирования широко применяется при изучении курса химии средней школы, поэтому задания на проверку сформированности умения применять метод моделирования для изучения веществ и химических процессов включаются во все виды проверочных работ – тематических, рубежных, а также для итоговой аттестации (в рамках ВПР и ОГЭ).

В последние годы в школьной практике стали использоваться задания следующего конструкта. Предлагается текст, в котором описывается реальная ситуация либо свойства какого-либо объекта или процесса. Содержание этого текста используется учащимися для выполнения заданий. Информация, необходимая для выполнения заданий, содержится в разных частях текста. Учащиеся при формулировании ответа выстраивают причинно-следственные связи на основании описанных свойств объекта или процесса.

Пример 4

Зачем нам нужен магний

Магний, так же как и кальций, относится к жизненно необходимым макроэлементам. В организме человека он накапливается в печени, затем значительная его часть переходит в костную и мышечную ткани, содержится он и в крови. В организме магний активизирует свыше 300 ферментов – биологических катализаторов, а также участвует в поддержании тургорного давления в клетках. Он

поступает в организм с пищей. Суточная потребность организма в магнии колеблется в пределах от 300 до 500 мг. Для лечения заболеваний, обусловленных дефицитом магния, используют препараты цитрат магния (лимоннокислый магний $C_6H_6O_7Mg$) и магнезию (сульфат магния). При гипертоническом кризе применяется 25%-ный раствор сульфата магния, а при отравлениях тяжелыми металлами – 10%-ный раствор.

Задание 1. В каких тканях организма содержится магний?

Ответ: _____

Задание 2. В каком из указанных препаратов (цитрате или сульфате) массовая доля магния больше? Приведите необходимые вычисления.

Ответ: _____

Задание 3. Одна таблетка цитрата магния содержит около 200 мг цитрата магния. Вычислите, сколько миллиграммов магния поступает в организм при приеме такой таблетки. Приведите необходимые вычисления.

Ответ: _____

Задание 4. Вычислите, сколько граммов сульфата магния необходимо взять для приготовления 200 г раствора, используемого при отравлении тяжелыми металлами. Приведите необходимые вычисления.

Ответ: _____

Это задание можно отнести к компетенции «Интерпретация приведенных данных и использование научных исследований». По тематической принадлежности задание принадлежит к метапредметному блоку «Сохранение здоровья человека». Выполнение задания потребует от обучающихся осуществить следующие мыслительные операции: проанализировать информацию, приведенную в тексте; вычленить информацию, необходимую для выполнения конкретного задания; установить причинно-следственные связи; провести необходимые вычисления. В процессе выполнения заданий учащиеся используют умение вычислять массовую долю химического элемента в соединении и массовую долю вещества в растворе. Такое комплексное применение умений при выполнении заданий 2–4 позволяет определить их уровень сложности как средний. Задание 1 имеет низкий уровень сложности, ведь его выполнение ориентировано только на нахождение и распознавание необходимой информации.

Подобные задания, которые относятся к одному контексту, позволяют эффективно формировать важные компетентности у обучающихся и при этом использовать задания, имеющие различный уровень сложности и требующие использования предметных знаний по нескольким содержательным линиям или предметным темам. Немаловажно также и то, что информация, приведенная в тексте, позволяет расширять научный кругозор обучающихся и формировать единую научную картину мира. Приведем пример такого задания.

Пример 5

Сухой лед



Сухой лед – так называют углекислый газ в кристаллическом состоянии. Его вырабатывают на специальных концентраторах, в результате чего он приобретает вид, похожий на лед. Особенность сухого льда в том, что он быстро испаряется и сразу превращается в обычный углекислый газ.

Сухой лед используется главным образом в пищевой промышленности: для шоковой заморозки продуктов, их охлаждения и транспортировки. Также его применяют в научно-исследовательской деятельности, например при испытаниях и

сборке некоторых агрегатов в машиностроении. Кроме того, сухой лед часто становится атрибутом химических шоу, так как от него исходит эффектная пелена тумана.

Задание 1

Почему кристаллическую форму углекислого газа называют именно «сухим» льдом? В чем его отличие от обычного льда – кристаллической воды?

Ответ: _____

Проверяем этим заданием компетенцию «Научное объяснение явлений». Для выполнения задания учащиеся должны применить естественнонаучные знания об основных положениях молекулярно-кинетической теории строения вещества – агрегатных состояниях вещества и фазовых переходах. Уровень сложности задания низкий, так как предполагает распознавание лишь двух фактов о фазовых переходах воды и углекислого газа. Задание можно использовать для проверки знаний о физических свойствах веществ и умения сравнивать эти свойства.

Задание 2

Сухой лёд используют для охлаждения и транспортировки пищевых продуктов. Температура сухого льда обычно составляет $-78,33\text{ }^{\circ}\text{C}$. В быту сухой лед можно использовать с такой же целью. Для этого надо насыпать немного гранул сухого льда в термос или контейнер с двойными стенками, сверху насыпать обыкновенный лед, затем положить пищевые продукты или напитки. Продукты могут храниться таким образом от пяти до семи дней.

1) Объясните, зачем поверх гранул сухого льда необходимо поместить кусочки обычного льда.

2) Какой лед – «сухой» или обычный – «исчезнет» в термосе первым? Поясните почему.

Ответ: _____

Задание 3

Сухой лед считается безвредным для человеческого организма веществом. Но если комната заполняется углекислым газом, то люди могут сначала почувствовать головокружение, а затем начать задыхаться и затем терять сознание.

Объясните, почему человек может потерять сознание при повышенном содержании углекислого газа в помещении.

Ответ: _____

Задание 4

Выберите все верные утверждения о свойствах и применении углекислого газа.

- 1) При повышении температуры воды растворимость в ней углекислого газа увеличивается.
- 2) Углекислый газ может скапливаться в шахтах и колодцах, так как он тяжелее воздуха.
- 3) Углекислотные огнетушители можно применять для тушения горячей электропроводки.
- 4) Повышенная концентрация углекислого газа приводит к отравлению организма, так как этот газ является токсичным для человека.
- 5) Газированная вода имеет кислый вкус за счет растворенного в ней углекислого газа.

Задания 2–4 также ориентированы на формирование компетентности «Научное объяснение явлений». Их выполнение предполагает формулирование объяснений описанных в задании явлений и ситуаций (задания 2 и 3), с которыми учащиеся могут встретиться в реальной жизни, и использовать полученную информацию в быту. Знания о физических свойствах углекислого газа позволят учащимся установить причинно-следственные связи между свойствами веществ и областями их применения в быту и технике. А также анализ ситуации, приведенной в задании 3, позволит сформировать у обучающихся понимание важности знаний о свойствах веществ и их грамотном использовании в быту и на производстве.

Приведенные примеры заданий, анализ их содержания и описанные характеристики позволяют сделать вывод о том, что применение подобных практико-ориентированных заданий позволяет эффективно формировать важные компетенции, которые составляют функциональную грамотность обучающихся. Задания могут иметь широкий спектр применения в школьной практике – использоваться как в процессе обучения для достижения предметных и метапредметных планируемых результатов обучения, так и для мониторинга и различных форм контроля качества обученности.