



Федеральная служба по надзору в сфере
образования и науки

Федеральный институт педагогических
измерений

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

Подготовлена во исполнение пункта 12 плана работ ФГБНУ «ФИПИ» на 2022 г. в рамках мероприятия «Обеспечение выполнения п. 2.9 Тематического плана: разработка методики развития и оценивания базовых навыков, компетенций обучающихся по программам среднего общего образования по обществознанию, биологии, физике, химии, необходимых для решения практико-ориентированных задач (в контексте требований федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования к результатам освоения основной образовательной программы)»

Москва, 2022

Процесс формирования личности обучающихся в соответствии с требованиями ФГОС СОО осуществляется в единстве учебной и воспитательной деятельности. Важным аспектом в реализации данной установки является учёт основных подходов к организации учебного процесса:

- системно-деятельностного;
- личностно-ориентированного;
- компетентностного (практико-ориентированного).

В рамках *системно-деятельностного* подхода признаётся, что знания, умения, навыки и компетентности рассматриваются как производные от соответствующих видов универсальных учебных действий, имеющих надпредметный характер. Если раньше действовала формула «знать – значит уметь», то в стандартах второго поколения она изменяет смысл на противоположный: «уметь – значит знать». Это означает, что знания, умения и навыки формируются, применяются и сохраняются в тесной связи с активными действиями самих обучающихся и являются производными от них. Качество усвоения знаний определяется многообразием и характером видов универсальных действий, которыми владеет ученик.

Личностно-ориентированный подход – это ориентация образовательного процесса, позволяющая посредством системы взаимосвязанных форм, методов и способов действий обеспечить и поддержать процессы самопознания, саморазвития и самореализации личности ребенка, развитие его неповторимой индивидуальности. В центр ставится самобытность ребёнка, его самооценочность, субъективность процесса учения.

При *компетентностном* подходе внимание акцентируется на способности человека без внешней поддержки действовать в различных проблемных ситуациях, самостоятельно добывать необходимую информацию и порождать качественно новую.

Традиционные предметные знания в рамках данного подхода становятся средством формирования универсальных учебных действий (УУД), общеучебных умений и навыков: учителя-предметники формируют прежде всего надпредметные знания о процессах вообще и метапредметные умения и навыки вычленять процессы, выделять их этапы, устанавливать характерные причинно-следственные, структурные или функциональные связи, обобщать и анализировать, структурировать и классифицировать, то есть сопоставлять по различным критериям и основаниям. Внимание обучающихся фокусируется в первую очередь на общих, типичных чертах различных процессов и явлений, что позволяет им решать учебные задачи и принимать решения в ситуациях, возникающих в реальной жизни.

Важной составляющей, необходимой для успешной реализации вышеназванных подходов, является сформированность у обучающихся базовых химических знаний, необходимых для реализации практико-ориентированного аспекта в обучении.

Во ФГОС СОО включён перечень требований к предметным планируемым результатам. Приведём отдельные пункты ФГОС СОО базового уровня, которые определяют комплекс фундаментальных умений, необходимых для реализации вышеназванных подходов:

- 2) владение системой химических знаний, которая включает: основополагающие понятия (...), закономерности, символический язык химии, фактологические сведения о свойствах, составе, получении и безопасном использовании важнейших неорганических и органических веществ в быту и практической деятельности человека;
- 3) сформированность умений выявлять характерные признаки и взаимосвязь изученных понятий, применять соответствующие понятия при описании строения и свойств неорганических и органических веществ и их превращений; выявлять взаимосвязь химических знаний с понятиями и представлениями других естественнонаучных предметов;

- 4) сформированность умений использовать наименования химических соединений международного союза теоретической и прикладной химии и тривиальные названия важнейших веществ (...), составлять формулы неорганических и органических веществ, уравнения химических реакций, объяснять их смысл; подтверждать характерные химические свойства веществ соответствующими экспериментами и записями уравнений химических реакций;
- 5) сформированность умений устанавливать принадлежность изученных неорганических и органических веществ к определённым классам и группам соединений, характеризовать их состав и важнейшие свойства; определять виды химических связей (ковалентная, ионная, металлическая, водородная), типы кристаллических решёток веществ; классифицировать химические реакции;
- 8) сформированность умений планировать и выполнять химический эксперимент (...) в соответствии с правилами техники безопасности при обращении с веществами и лабораторным оборудованием; представлять результаты химического эксперимента в форме записи уравнений соответствующих реакций и формулировать выводы на основе этих результатов.

Как видно из приведённого перечня планируемые результаты обучения отражают логику организации самого предмета и специфику образовательного процесса. В их формулировках соединены *система основополагающих элементов научного знания*, выраженная через учебный материал соответствующих курсов (система предметных знаний) и *система формируемых действий* (система предметных и метапредметных умений), направленных на применение знаний, их преобразование и получение нового знания.

Анализ содержания ФГОС СОО и ПООП СОО по химии позволяет говорить о наличии в перечне требований не только пунктов, затрагивающих теоретические основы освоения курса химии, но и пунктов, которые включают ориентацию образовательного процесса на компетентностную составляющую и практико-ориентированную деятельность. Приведём их примеры:

- 1) сформированность представлений: о химической составляющей естественнонаучной картины мира, роли химии в познании явлений природы, в формировании мышления и культуры личности, её функциональной грамотности, необходимой для решения практических задач и экологически обоснованного отношения к своему здоровью и природной среде;
- 6) владение основными методами научного познания веществ и химических явлений (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование);
- 7) умение использовать системные химические знания для принятия решений в конкретных жизненных ситуациях, связанных с веществами и их применением;
- 9) сформированность умения анализировать химическую информацию, получаемую из разных источников (средств массовой информации, сети Интернет и других);
- 10) сформированность умений соблюдать правила экологически целесообразного поведения в быту и трудовой деятельности в целях сохранения своего здоровья и окружающей природной среды; учитывать опасность воздействия на живые организмы определённых веществ, понимая смысл показателя предельной допустимой концентрации.

В ФГОС СОО углублённого уровня также есть установки на достижение практико-ориентированных результатов:

- 1) сформированность представлений: о материальном единстве мира, закономерностях и познаваемости явлений природы; о месте и значении химии в системе естественных наук и её роли в обеспечении устойчивого развития человечества: в решении проблем экологической, энергетической и пищевой безопасности, в развитии медицины, создании новых материалов, новых источников энергии, в обеспечении рационального природопользования,

- в формировании мировоззрения и общей культуры человека, а также экологически обоснованного отношения к своему здоровью и природной среде;
- 8) владение системой знаний о методах научного познания явлений природы, используемых в естественных науках, и умениями применять эти знания при экспериментальном исследовании веществ и для объяснения химических явлений, имеющих место в природе, практической деятельности человека и в повседневной жизни;
 - 10) сформированность умений прогнозировать, анализировать и оценивать с позиций экологической безопасности последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с переработкой веществ; использовать полученные знания для принятия грамотных решений проблем в ситуациях, связанных с химией;
 - 12) сформированность умений осуществлять целенаправленный поиск химической информации в различных источниках (научная и учебно-научная литература, средства массовой информации, сеть Интернет и другие), критически анализировать химическую информацию, перерабатывать её и использовать в соответствии с поставленной учебной задачей;
 - 13) сформированность умений осознавать опасность воздействия на живые организмы определённых веществ, понимая смысл показателя предельной допустимой концентрации, и пояснять на примерах способы уменьшения и предотвращения их вредного воздействия на организм человека.

В рамках международных мониторинговых исследований качества образования (PISA и TIMSS) объединение компетентного подхода с практико-ориентированной направленностью содержания образования нашло отражение в понятии «функциональная грамотность» (ФГ)¹.

По словам А.А. Леонтьева, «функционально грамотный человек – это человек, который способен использовать все постоянно приобретаемые в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений»².

В настоящее время выделяют следующие основные компоненты функциональной грамотности:

- математическая грамотность;
- читательская грамотность;
- естественнонаучная грамотность;
- финансовая грамотность;
- глобальные компетенции;
- креативное мышление.

Практически все вышеназванные компоненты (кроме финансовой грамотности) могут формироваться в рамках курса химии. Подтверждением этого тезиса являются и приведённые ранее пункты ФГОС базового и углублённого уровня³.

Для реализации указанных во ФГОС подходов у обучающихся должны быть сформированы базовые знания и навыки, которые надстраиваются умением применять их расширенном информационном поле, а также в практико-ориентированных ситуациях⁴.

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

² [Образовательная система «Школа 2100». Педагогика здравого смысла / под ред. А.А. Леонтьева. М.: Баласс, 2003. – С. 35.]

³ Добротин Д.Ю. Контроль образовательных достижений учащихся по химии с учётом требований ФГОС // в сб.: Актуальные проблемы химического и экологического образования. Материалы 65-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2018. – С. 90–94.

⁴ Кендиван О.Д. Практико-ориентированные задания в обучении химии // Химия в школе. – 2015. – № 8. – С. 43–47.

Смещение акцентов в работе школьного учителя с традиционного «насыщения обучающихся знаниями» на развитие умения размышлять, анализировать и прогнозировать можно осуществить в рамках вариативной составляющей образовательного процесса, в частности, при использовании комплекса практико-ориентированных (контекстных и ситуационных) задач по химии⁵.

Практико-ориентированные задачи активизируют познавательную деятельность школьников, задействуют эмоциональную сферу, жизненный опыт, способствуют включению обучающихся в познавательный процесс. Важно, что практико-ориентированные задания могут быть ориентированы на разные уровни изучения химии и использоваться для разных целей, в том числе в классах гуманитарного профиля⁶.

Так, на базовом уровне подобные задания должны максимально опираться на базовые знания, но при этом показывать их значимость в повседневной жизни.

Приведём примеры заданий 1 и 8, используемых в ВПР по химии, предназначенных для итоговой оценки знаний и умений обучающихся, не выбравших экзамен по химии, за курс средней школы.

Пример 1 (задание 1)

Из курса химии Вам известны следующие **методы познания**: *наблюдение, эксперимент, измерение*.

На рис. 1–3 представлены ситуации, в которых применены указанные методы познания.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Какие из указанных методов применяются при:

- 1) выявлении изменений, произошедших с пятном на ткани в результате действия отбеливателя;
- 2) определении значения электропроводности раствора электролита?

Назовите метод, который был применён в каждом из приведённых выше примеров и укажите номера рисунков.

Ответы запишите в таблицу.

Примеры процессов	Номера рисунков	Методы познания
Выявление изменений, произошедших с пятном на ткани в результате действия отбеливателя		
Определение значения электропроводности раствора электролита		

⁵ Сульдина Т.И. Педагогические аспекты практико-ориентированного обучения химии // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2017. – № 2.

⁶ Аршанский Е.Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля. – М.: Вентана-Граф, 2002. – 176 с.

Пример 2 (задание 8)

При исследовании минерализации бутилированной воды в ней были обнаружены следующие ионы: K^+ , Br^- , CO_3^{2-} . Для проведения качественного анализа к этой воде добавили раствор $FeCl_2$.

1. Какое изменение в растворе можно наблюдать при проведении данного опыта (концентрация веществ достаточная для проведения анализа)?

Ответ: _____

2. Запишите сокращённое ионное уравнение произошедшей химической реакции.

Ответ: _____

Методическая «копилка» учителя, работающего в профильном классе, должна содержать систему практико-ориентированных задач, нацеленных на формирование у обучающихся целостной реальной картины мира и места химических знаний в ней. Следует также подчеркнуть, что задания, ориентированные на углублённый уровень изучения химии, имеют другую методическую специфику: они требуют осуществления более многостадийной цепочки рассуждений, предусматривают разрешение проблемной ситуации, проведение многоступенчатых расчётов, а также выполнение элементов исследовательской и проектной деятельности.

Структура практико-ориентированной задачи углублённого уровня, включающая знание – понимание – применение – анализ – синтез – оценку и многократно применённая на уроках, вооружает обучающихся алгоритмом решения проблемных задач, возникающих в реальной жизни, т.е. имеет более выраженную компетентностную основу.

Задания могут быть предназначены как для обсуждения на уроках, так и для рубежного контроля⁷. Приведём примеры таких заданий.

Пример 3 (11 класс. Генетическая связь между классами неорганических и органических веществ)

Как считали самые знаменитые химики начала XIX века, органические вещества нельзя получить из неорганических. Опровергните это мнение, написав уравнения реакций, с помощью которых можно получить уксусную кислоту из мрамора. Укажите условия осуществления каждой реакции.

Пример 4 (10 класс. Химические свойства карбоновых кислот)

В состав растворимых таблеток Upsarin Upsa входит аспирин (ацетилсалициловая кислота) и пищевая сода (гидрокарбонат натрия). В холодной воде эти таблетки растворяются очень медленно, но когда они попадают в горячую воду, наблюдается бурное вскипание. Какие реакции протекают при растворении Upsarin Upsa в холодной и горячей воде? Объясните различия в скорости образования углекислого газа. (Формула ацетилсалициловой кислоты – $HOOC-C_6H_5-O-CO-CH_3$.)

Пример 5 (10 класс. Углеводы)

Необходимость полноценного кормления травоядных животных ни у кого не вызывает сомнения. Однако большая часть территории России не позволяет выращивать траву круглый год.

⁷ Добротин Д.Ю. Особенности обучающих и контролирующих заданий по химии // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сб. науч. статей / Витебский гос. ун-т; гл. ред. И.М. Прищепа; под ред. Е.Я. Аршанского. – 2018. – С. 52–53.

Силос – широко распространённый корм, запасаемый на зиму для животных. Он сохраняется за счёт молочной кислоты $\text{CH}_3\text{—CHON—COOH}$, которая образуется при брожении свежескошенных растений без доступа воздуха. Однако далеко не все кормовые культуры силосуются. Ниже приведён химический состав нескольких распространённых кормовых растений.

Содержание питательных веществ в кормах (г в 1 кг корма)

Корм	Сахар	Кальций	Фосфор	Каротин (мг)	Перевариваемый протеин
Овес (мол. спелости)	35	1,2	1,0	30	32
Капуста (кормовая)	21	1,6	0,4	15	17
Рожь (озимая)	14	0,6	0,5	30	22
Свекла (кормовая)	53	0,4	0,4	0	9
Свекла (сахарная)	180	0,5	0,5	0	13

Вопросы к заданию

1. Напишите название и формулу вещества, наличие которого в составе корма является определяющим для его использования в качестве силоса. (1 балл)
2. Какое из названных растений нецелесообразно использовать в качестве силоса? Почему? (1 балл)
3. Напишите уравнения реакций, лежащие в основе процесса образования молочной кислоты из сахара. (2 балла)

Оценка выполнения задания

Вопрос 1. Напишите название и формулу вещества, наличие которого в составе корма является определяющим для его использования в качестве силоса.

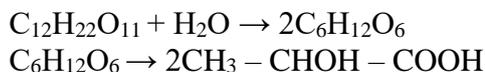
Ответ. При силосовании роль консерванта выполняет молочная кислота, образующаяся в результате молочнокислого брожения глюкозы; глюкоза образуется из сахарозы – $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Вопрос 2. Какое из названных растений нецелесообразно использовать в качестве силоса? Почему?

Ответ. Наименьшее количество сахарозы содержится в озимой ржи, поэтому использование этого растения в качестве силоса нецелесообразно.

Вопрос 3. Напишите уравнения реакций, лежащие в основе процесса образования молочной кислоты из сахара.

Ответ. Составлено два уравнения реакции: гидролиза сахарозы и молочнокислого брожения глюкозы:



Как видно из приведённых примеров, компетентностная составляющая заданий может быть представлена в различной форме, однако в качестве опоры для её реализации выступают предметные и метапредметные знания и умения, которые различаются охватом материала и глубиной его изучения⁸.

Вопросам формирования, развития и оценивания базовых навыков, компетенций в научно-методической литературе уделяется достаточно много внимания. Диапазон её содержательного наполнения достаточно широк: от общих подходов к формированию базовых знаний и умений, изложенных в главах монографий и учебников по методике

⁸ Добротин Д.Ю. Контекстные и компетентностно-ориентированные задания в контрольно-оценочной деятельности по химии // Современное образование: мировые тенденции и региональные аспекты: сб. статей III Международной научно-практической конференции / под общ. ред. Т.И. Когачевской. – 2017. – С. 16–19.

преподавания химии, до частных методических разработок по организации учебных занятий, на которых осуществляется формирование практико-ориентированных умений⁹.

Так, например, в 70-е годы прошлого столетия одной из основных научно-методических проблем являлось определение принципов отбора содержания курса химии. Основные мысли, раскрывающие существующие подходы, нашли своё отражение в книгах по общей методике преподавания химии, в сборниках трудов учёных-методистов и методических журналах. В частности, в них подчёркивалось, что для химии, как и для любого естественнонаучного предмета, первостепенной задачей, связанной с обучением, воспитанием и развитием школьников, является формирование системы знаний соответствующей науки. Наука для таких предметов является источником отбора содержания. Вот как эта идея была высказана Л.А. Цветковым: «... учебный предмет конструируется из основ науки, то есть из фактов, понятий, законов и теорий, которые являются наиболее общими и фундаментальными в науке, которые позволяют понять современную картину мира, пути развития материального производства и открывают доступ к пониманию других, более частных и специальных наук этого профиля»¹⁰.

С началом работ по стандартизации образования (90-е годы) одним из важных аспектов в рассмотрении содержания стало определение уровня требований к базовому и углублённому содержанию курса.

Различия в требованиях к уровню подготовки на базовом и углублённом уровнях указывают на необходимость не только усвоения большего или меньшего числа элементов знаний и умений, но и более глубокого теоретического осмысления учебного материала выпускниками профильных классов. Например, на базовом уровне важнейшее понятие «атом» должно быть сформировано в связи с такими понятиями, как «химический элемент», «изотопы», «химическая связь», но при этом не требуется знать теорию строения атомов. На углублённом уровне понятие «атом» должно быть дано не только в связи с упомянутыми «базовыми» понятиями, но и с такими, как «нуклиды», «атомные *s*-, *p*-, *d*-орбитали», «гибридизация орбиталей», и на основе теории строения атомов.

На базовом уровне обучающиеся должны получить самые общие представления о кинетике химических реакций (скорости, химическом равновесии). На углублённом же уровне понятие химической реакции должно быть усвоено в свете закона действующих масс в кинетике и термодинамике, закона Гесса в связи с понятиями «энтальпия», «теплота образования», «энтропия», «константа равновесия», «механизм реакции».

Иными словами, совокупность элементов знаний и умений, относящихся к базовому уровню подготовки, является основой для формирования и развития системы знаний и умений на углублённом уровне. Эта система включает существенно больший теоретический багаж знаний, позволяющий осознанно усвоить значительный объём учебного материала. Вместе с тем, требования ФГОС СОО углублённого уровня делают акцент не только на более глубоком уровне изучения научных знаний, но и на формировании у выпускников умений, необходимых для самостоятельного поиска информации, её последующего анализа и переработки, проведения самостоятельных исследований.

В условиях минимального времени, отведённого на изучение базового курса химии в 10 и 11 классах, важное значение приобретала методика изучения химического материала. Осложняло ситуацию большое разнообразие учебников, появившихся в школе в начале 2000-х гг., содержание которых нередко было построено без учёта целого ряда научно обоснованных и проверенных в школьной практике положений. Практически

⁹ Ельшина М.В. Практико-ориентированное обучение на уроках химии: ст. в сб. трудов конференции «Химия в школе: проблемы, опыт, инновации» // Материалы третьего съезда учителей химии Прикамья (16–18 мая 2018 г.) / отв. за выпуск А.М. Елохов. – Пермь: изд-во Пермского государственного национального исследовательского университета, 2018. – С. 27–31.

¹⁰ Цветков Л.А. К вопросу прогнозирования содержания обучения химии // Исследования по методике преподавания химии в средней школе. – Вып. 3 – М., 1976. – С.7.

каждый учебник был подкреплён методическими рекомендациями по проведению уроков, дидактическими пособиями, рабочими тетрадями и др., которые представляли собой авторское видение процесса преподавания курса химии.

Вариативность курса химии привела к появлению новых проблем, связанных с необходимостью определения инвариантной части содержания курса химии (фундаментального ядра), соотношения теории и описательного материала (фактов), глубины изучения теорий, целесообразности формирования основных понятий курса в логике исторического развития науки, возможности более раннего изучения теорий в курсе и т.д. Особую актуальность в связи с этим приобрела проблема разнообразия подходов к контролю и оцениванию результатов обучения химии¹¹.

С утверждением в 2004 г. федерального компонента государственного образовательного стандарта вариативность в подходах к отбору содержания существенно снизилась, так как этот документ включал и минимум содержания химического образования, и требования к уровню подготовки выпускников базового и профильного уровней.

В пособиях «Оценка качества», изданных в тот период, были не только описаны требования к образовательной подготовке выпускников по разным предметам, но и приведены примеры заданий для их контроля.

В это же время уже шёл процесс апробации ЕГЭ, проводимого с использованием контрольных измерительных материалов (КИМ).

Именно документы, которые регламентировали подходы к отбору содержания КИМ ЕГЭ, а также включённые в модели заданий экзаменационных вариантов, стали на долгие годы ориентирами при разработке оценочных средств для текущего, рубежного и итогового контроля.

За более чем двадцатилетний период существования ЕГЭ качество КИМ существенно изменилось: более чётко стали определены принципы отбора и распределения химического содержания по уровням, отработаны модели и формулировки заданий, раскрыты подходы к составлению критериев оценивания заданий различного уровня¹².

Выпускаемые пособия и методические рекомендации по подготовке к ЕГЭ активно используются учителями в практике работы. К сожалению, менее активным стало применение традиционных, а не тестовых форм проверки образовательных достижений по химии. Данная проблема нередко сказывается на готовности обучающихся применять свои знания и умения вариативно, т.е. независимо от формулировок конкретного задания.

С введением ФГОС СОО 2012 г. и активным участием России в международных исследованиях качества образования особое внимание стало уделяться компетентностному подходу, в частности формированию элементов функциональной грамотности. В аспекте преподавания химии наиболее актуальными являются читательская и естественнонаучная грамотность. Для углублённого уровня большое значение имеет и математическая грамотность. Проблема их формирования на уроках химии рассматривается в ряде публикаций учёных, методистов и учителей. В частности, отмечается важное значение разностороннего анализа формулировки условия задания, умения работать с информацией, интерпретировать её, проводить обработку количественных данных¹³.

Среди особенностей заданий для оценки функциональной грамотности можно назвать следующие:

¹¹ Каверина А.А., Снастина М.Г. ЕГЭ по химии: основные направления развития экзаменационной модели КИМ // Педагогические измерения. – 2018. – № 2. – С. 67–74.

¹² Добротин Д.Ю. Многообразие моделей заданий с учётом их роли в процессе обучения химии // Педагогические измерения. – 2020. – № 1. – С. 40–46.

- задание, составленное вне предметной области, но решаемое с помощью предметных знаний, например, по математике;
- в задании описывается жизненная ситуация, как правило, близкая и понятная учащемуся;
- контекст заданий близок к проблемным ситуациям, возникающим в повседневной жизни;
- проблема (ситуация) требует осознанной разработки модели решения;
- вопросы изложены доступным, ясным языком и, как правило, немногословны;
- используются внетекстовые компоненты (иллюстрации): рисунки, таблицы, схемы, графики и др.

Большое внимание в работах последнего десятилетия уделяется и компетентностно-ориентированным заданиям. Значительный вклад в разработку данного направления внесён Н.Ф. Ефремовой¹⁴.

Вместе с тем, КИМ ЕГЭ сохранили в качестве содержательной основы предметную (химическую) составляющую, расширив спектр проверяемых умений метапредметными планируемыми результатами. В связи с этим в КИМ по химии был введён ряд заданий, которые отражают данную направленность. Примеры этих заданий будут представлены далее.

Приведённый выше перечень предметных планируемых результатов показывает, что содержание пунктов, включённых в базовый и углублённый уровни ФГОС СОО, позволяют в полной мере разрабатывать контролирующие инструменты с учётом всех существующих подходов в системе образования.

Оценка достижения планируемых результатов должна осуществляться в соответствии с нормативными документами (ФГОС СОО и ФООП). При разработке инструментов достижения планируемых результатов важно учитывать, что главным фактором, определяющим результаты, является предметное содержание, точнее, глубина его изучения в курсе химии.

Как уже было отмечено, предметное содержание курса химии основной школы строится по принципу последовательного углубления знаний. Так, система понятий о химическом элементе и веществе рассматривается в курсе на основе теоретических представлений: атомно-молекулярных; периодической системы химических элементов; электронно-ионных (учения о химической связи и электролитической диссоциации). Другая равноценная по объёму система понятий – о химической реакции – рассматривается в соответствии с теоретическими представлениями: атомно-молекулярными; электронно-ионными (реакции ионного обмена и окислительно-восстановительные); кинетическими; термодинамическими. Названные планируемые результаты и в особенности умения, характеризующие их достижение, в должной мере отражают само содержание данного раздела и глубину изучения этого содержания.

Умения уточняют, конкретизируют каждый планируемый результат и тем самым показывают, что должно стать объектом оценки для доказательства «достижимости» этого результата. Подобным образом сформированы планируемые результаты и по другим разделам курса химии основной школы. Благодаря такому подходу к определению результатов обучения обеспечены условия для создания системы стандартизированных измерителей, посредством которых возможно объективно оценить уровень общеобразовательной подготовки обучающихся по химии.

Средствами оценки достижения планируемых результатов являются задания различных типов. Задания позволяют установить, на каком уровне стандарта (*базовом* или

¹⁴ Компетентностно-ориентированные задания. Конструирование и применение в учебном процессе: учебно-методическое пособие / под ред. Н.Ф. Ефремовой. – М.: Национальное образование. – 2013. – 208 с.

углублённом) учащимися освоены опорные предметные знания, принципиально важные для текущего и последующего обучения¹⁵.

Базовый уровень достижения планируемых результатов свидетельствует о сформированности предметных знаний и умений, необходимых для решения учебных и учебно-практических задач в знакомой ситуации.

Углублённый уровень достижения планируемых результатов свидетельствует о сформированности умений *применять* полученные знания для решения учебных и учебно-практических задач в изменённой, нестандартной ситуации (например, для анализа взаимосвязанных умений), а также умений *систематизировать* и *обобщать* полученные знания.

Соединение в формулировках планируемых результатов метапредметной и предметной составляющей придаёт новый акцент образовательному процессу и процессу контроля знаний: возможность его осуществления не только в узкопредметном виде, но и в виде комплексного оценивания образовательных достижений, сочетающего в себе системно-деятельностный и практико-ориентированный (компетентностный) подходы.

Компетентностный подход в общем образовании объективно соответствует и требованиям общества к результатам образования, и интересам самих участников образовательного процесса. Вместе с тем, этот подход вступает в определённое противоречие со многими сложившимися в российской системе образования стереотипами.

Обычно в структуре целей учебного предмета выделяют несколько компонентов: усвоение знаний; выработка умений и навыков; формирование коммуникативного взаимодействия; развитие творческих способностей (последний компонент выделяется не всегда). Эта структура целей соответствует представлениям о содержании социального опыта, который необходимо освоить в школе. Такой подход к определению целей легко использовать, если содержание образования заранее определено. В этом случае уточняются образовательные результаты, которые можно получить при освоении содержания образования.

С позиций компетентностного подхода определение целей предмета должно предшествовать отбору его содержания: сначала надо выяснить, для чего нужен данный учебный предмет, а затем уже отбирать содержание, освоение которого позволит получить желаемые результаты. При этом необходимо учитывать, что какие-то результаты могут быть получены лишь при взаимодействии учебного предмета с другими составляющими образовательного процесса, а каких-то результатов можно достичь только в рамках предмета и их невозможно (или трудно) получить за счёт изучения других предметов.

При существующем подходе учебные программы по предметам нередко разрабатываются независимо друг от друга, а связи между ними представлены в лучшем случае на уровне выделения общих понятий. С позиций компетентностного подхода программы по отдельным предметам должны рассматриваться как элементы единой образовательной программы школы. Не менее актуальной является демонстрация возможностей применения общеучебных умений (универсальных учебных действий – УУД) в рамках различных дисциплин.

Кроме того, на данном этапе развития массовой школы необходимо учитывать практический опыт в использовании тестовых заданий определённого формата для оценки образовательных достижений обучающихся на различных этапах обучения (и в ЕГЭ). В рамках ЕГЭ можно оценивать не только предметные, но и метапредметные планируемые результаты, такие как способность экзаменуемых решать средствами

¹⁵ Общая методика обучения химии в школе / под ред. Р.Г. Ивановой. – М.: Дрофа, 2008.

предмета различного рода проблемы – в контексте предметного содержания или близкие к реальной жизни.

Приведём пример практико-ориентированного задания, составленного с учётом существующих подходов к разработке КИМ для ЕГЭ, но применявшегося в рамках текущего контроля.

Пример 6

Реклама: «Жевательная резинка «Дирол» с ксилитом и карбамидом – с утра и до вечера защищает ваши зубы от кариеса, обеспечивая им двойную защиту».

Справочные данные:

ксилит: $\text{HO}-\text{CH}_2-(\text{CHOH})_3-\text{CH}_2-\text{OH}$

карбамид: $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ – мочеви́на (амид угольной кислоты).

кариес – это поражение зубов, как правило, под воздействием кислой среды, при котором происходит деминерализация и размягчение твёрдых тканей зуба с образованием дефекта в виде полости.

Вопросы к заданию

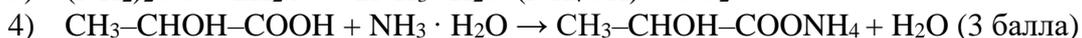
1. Оцените верность утверждений, заявленных в рекламе. Выполняет ли жевательная резинка функцию защиты зубов от кариеса? Аргументируйте свой ответ.
2. После употребления какой пищи использование жевательной резинки для предотвращения кариеса наиболее целесообразно? Почему?
3. Напишите 3–4 уравнения реакции, обосновывающие необходимость использования жевательной резинки «Дирол».

Оценка выполнения задания

Ответ на вопрос 1. Реклама содержит частично верную информацию. В ответе указано, что жевательная резинка выполняет функцию механической очистки зубной поверхности и дёсен от налета, который впоследствии и способствует появлению кариеса. Наличие карбамида обеспечивает частичную нейтрализацию образующейся повышенной кислотности. Ксилит играет роль заменителя сахара, так что защитной функции он не несёт, однако и не способствует появлению кариеса. (1 балл)

Ответ на вопрос 2. Кариес – заболевание зубов, вызываемое воздействием молочной кислоты, образующейся при брожении углеводов, содержащихся в остатках пищи, в местах скопления зубного налёта. При употреблении белковой пищи (например, мяса, рыбы, печени и др.) изменения среды в полости рта (в сторону кислотной) будут минимальными. (2 балла)

Ответ на вопрос 3. В ответе записаны 3(4) уравнения реакции: брожения глюкозы (или гидролиза сахарозы и брожения глюкозы); образования молочной кислоты; нейтрализации молочной кислоты продуктом гидролиза карбамида – гидратом аммиака (первое уравнение реакции в ответе может отсутствовать):



На первый взгляд, оптимален вариант использования компетентностно-ориентированных заданий в части 2 КИМ ЕГЭ, т.е. в форме заданий с развёрнутым ответом. Именно эта часть экзаменационной работы предназначена для обучающихся, ориентированных на поступление в ВУЗы, соответствующие профилю сдаваемого экзамена. Включение подобных заданий позволит определить не только уровень сформированности предметных знаний и умений, но и оценить общий уровень мышления выпускника, его кругозор и умение применять знания в реальных условиях.

Вместе с тем, одной из главных проблем в разработке и применении в рамках ЕГЭ заданий подобного формата является невозможность создания большого числа

единообразных (по модели, уровню сложности, формулировке условия, системе оценивания) заданий, построенных на проблемных ситуациях, включающих элементы критического мышления, но при этом не выходящих за рамки нормативной базы.

В настоящее время в КИМ ЕГЭ уже применяются задания 5 и 21, включающие таблицу и контекстную составляющую, которые проверяют сформированность базовых знаний и умений. Выполнение указанных заданий предусматривает сформированность предметных и метапредметных умений.

Пример 7

5. Среди предложенных формул/названий веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы/названия: А) двухосновной кислоты; Б) средней соли; В) амфотерного гидроксида.

1	NaH_2PO_4	2	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	3	HNO_2
4	H_2SO_3	5	фосфин	6	ZnO
7	цинк	8	аммиачная селитра	9	$\text{Fe}(\text{OH})_2$

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены выбранные вещества, под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Пример 8

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») – водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Шкала pH водных растворов электролитов



21. Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов.

1) Na_2SO_4

- 2) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- 3) K_2SO_3
- 4) HClO_3

Запишите номера веществ в порядке возрастания значения рН их водных растворов, учитывая, что концентрация веществ во всех растворах (моль/л) одинаковая.

Ответ: → → →

В задании 24 базового уровня основным контролируемым элементом содержания являются «качественные реакции» на ионы и вещества. Для успешного выполнения экзаменуемые также должны учесть опыт реального проведения реакций и сформированные при этом образы внешних признаков реакций. В ряде случаев целесообразно составлять уравнения реакций, чтобы выявить тот или иной признак.

Пример 9

24. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) пропановая кислота и литий
- Б) пропанол-2 и калий
- В) гидроксид цинка и уксусная кислота
- Г) бромная вода и ацетилен

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) растворение осадка
- 2) образование осадка
- 3) видимые признаки реакции отсутствуют
- 4) выделение газа
- 5) обесцвечивание раствора

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 25 проверяет знания о применении неорганических и органических веществ.

Пример 10

25. Установите соответствие между веществом и основной областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- А) метан
- Б) изопрен
- В) этилен

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- 1) получение капрона
- 2) в качестве топлива
- 3) получение каучука
- 4) получение пластмасс

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Для контроля знаний на углублённом уровне используется другой подход к составлению заданий: в них более активно задействованы экспериментальная часть курса химии, расчётная (математическая) составляющая и метапредметные умения.

Так, задание 6 экзаменационного варианта ЕГЭ проверяет на повышенном уровне знание целого комплекса химических знаний: о классификации неорганических веществ, об электролитах и неэлектролитах, реакциях ионного обмена, признаках протекания химических реакций.

Пример 11

6. 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.

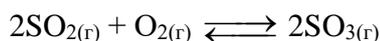
Ответ:

X	Y

Задание 23, условие которого ещё в 2022 г. включало таблицу, содержащую количественные данные, в 2023 г. преобразовано в текстовый формат. Это изменение предполагает, что для удобства решения уже сами обучающиеся будут преобразовывать количественные данные, указанные в тексте, в табличную форму.

Пример 12

23. В реактор постоянного объёма поместили оксид серы(IV) и кислород. При этом исходная концентрация оксида серы(IV) составила 0,6 моль/л. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие, при котором концентрации кислорода и оксида серы(VI) составили 0,3 моль/л и 0,4 моль/л соответственно.

Определите равновесную концентрацию SO_2 (X) и исходную концентрацию O_2 (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,1 моль/л
- 2) 0,2 моль/л
- 3) 0,3 моль/л
- 4) 0,4 моль/л
- 5) 0,5 моль/л
- 6) 0,6 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Часть 2 КИМ ЕГЭ включает только задания высокого уровня, которые предусматривают комплексное применения предметных знаний и умений в сочетании с элементами читательской и математической грамотности.

Задание 32 предусматривает проведение «мысленного эксперимента». Для этого от экзаменуемых требуется внимательно прочитать условие задания, выявляя данные о составе реагирующих веществ, их классификационных признаках и признаках протекания реакций.

Пример 13

При электролизе водного раствора нитрата меди(II) получили металл. Металл обработали концентрированной серной кислотой при нагревании. Выделившийся в результате газ прореагировал с сероводородом с образованием простого вещества. Это вещество нагрели с концентрированным раствором гидроксида калия.

Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2$ (электролиз) 2) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 4) $3\text{S} + 6\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (возможно образование $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$)	
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4

Другие задания части 2 также проверяют умения анализировать все данные условия задания, выстраивать индивидуальный алгоритм решения после рассмотрения возможных вариантов, а также проводить расчёты с использованием количественных данных.

Пример 14

При сгорании органического вещества *A* массой 3,4 г получено 4,48 л (н.у.) углекислого газа и 1,8 г воды. Известно, что вещество *A* вступает в реакцию с раствором гидроксида лития при нагревании, в результате чего образуются предельный одноатомный спирт и соль, кислотный остаток которой содержит семь атомов углерода.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества *A*;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества *A*, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции вещества *A* с раствором гидроксида лития при нагревании (используйте структурные формулы органических веществ).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа:	

Проведены необходимые вычисления, и найдена молекулярная формула вещества *A*:

$$n(\text{CO}_2) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}; n(\text{C}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1,8 / 18 = 0,1 \text{ моль}; n(\text{H}) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{C} + \text{H}) = 0,2 \cdot 12 + 0,2 \cdot 1 = 2,6 \text{ г}$$

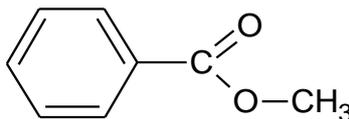
$$m(\text{O}) = 3,4 - 2,6 = 0,8 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = 0,8 / 16 = 0,05 \text{ моль}$$

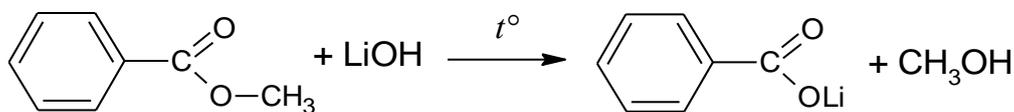
$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,2 : 0,2 : 0,05 = 4 : 4 : 1$$

Молекулярная формула – $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$

Приведена структурная формула вещества *A*:



Составлено уравнение реакции с раствором гидроксида лития:



Таким образом, продолжение обучения на старшей ступени школы предусматривает дальнейшее развитие базовых знаний и умений в области химии. При этом у учителей появляется возможность опереться на сформированные в основной школе компоненты образовательной подготовки, включая не только предметные, но и метапредметные планируемые результаты¹⁶. Их развитие происходит за счёт расширения многообразия выполняемых мыслительных операций, количества и уровня их сложности.

Эти аспекты используются и в нормативной базе – ФГОС СОО. Повышение уровня требований к образовательной подготовке выпускников старшей школы предусматривает и смещение акцентов в требованиях в сторону системно-деятельностного и практико-ориентированного подходов. А наличие профильных классов и индивидуальных траекторий обучения позволяет реализовывать и личностный подход в обучении.

Специфика обучения на этапе среднего общего образования нашла своё отражение и в КИМ ЕГЭ по химии. Это проявилось в реализации разных подходов к составлению измерителей для разных категорий обучающихся: не мотивированных и не планирующих сдавать ЕГЭ по химии (выполняющих ВПР), изучающих химию на базовом уровне, но рассматривающих возможность выбора ЕГЭ по химии, и старшеклассников, изучающих химию на углублённом уровне.

Для каждой из указанных групп разработаны свои измерители, опирающиеся на базовую и/или углублённую подготовку (знания и умения), но при этом позволяющие дифференцировать обучающихся по уровню образовательных достижений за счёт различных моделей заданий, включения в них в качестве объекта контроля мыслительные операции различного уровня сложности, в том числе для анализа практико-ориентированного материала. Такой комплекс умений мыслительной деятельности в знакомой и в незнакомой ситуации, с использованием элементов функциональной грамотности и позволяет говорить о реализации компетентностного подхода в обучении химии.

¹⁶ Добротин Д.Ю., Каверина А.А., Снастина М.Г. Методика формирования и оценивания базовых навыков, компетенций обучающихся по программам основного общего образования по химии, необходимых для решения практико-ориентированных задач. – 2021. – URL: https://doc.fipi.ru/metodicheskaya-kopilka/metodika-otsenivaniya-bazovykh-navykov/khimiya_metodika.pdf (дата обращения: 11.12.22).