

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена»

на правах рукописи

Ямщикова Дарья Сергеевна

«Интегративные контекстные задания как средство формирования
естественнонаучной грамотности при обучении химии в основной школе»

Специальность: 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (химия,
химические технологии (основное общее образование)) (педагогические науки).

диссертация на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Научный руководитель
доктор педагогических наук

Ю.Ю. Гавронская

Санкт-Петербург, 2024

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ КОНТЕКСТНЫХ ЗАДАНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ.....	16
1.1. Понятие естественнонаучной грамотности школьников.....	16
1.2. Интегративный характер естественнонаучной грамотности	23
1.3. Задания для оценивания естественнонаучной грамотности.....	30
1.4. Теоретические основания обучения с использованием интегративных контекстных заданий для формирования естественнонаучной грамотности.	41
Выводы по главе 1.....	53
ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РЕШЕНИЮ ИНТЕГРАТИВНЫХ КОНТЕКСТНЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ.....	55
2.1 Методологические основания методической системы формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий при обучении химии.....	55
2.2. Моделирование методической системы формирования естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии в основной школе	63
2.3 Содержание формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии	72
2.4 Конструирование интегративных контекстных заданий для формирования естественнонаучной грамотности при обучении химии	83
2.5 Методика обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ	92
2.6. Критериальная методика оценивания уровня сформированности естественнонаучной грамотности.....	114
Выводы по главе 2.....	121
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РЕШЕНИЮ ИНТЕГРАТИВНЫХ КОНТЕКСТНЫХ ЗАДАНИЙ.....	123
3.1. Организация опытно-экспериментальной работы.....	123
3.2. Исследование состояния проблемы формирования естественнонаучной грамотности (констатирующий этап опытно-экспериментальной работы) .	126
3.3.Изучение эффективности методической системы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий в обучении химии в основной	

школе (формирующий и контрольный этапы опытно-экспериментальной работы)	135
Выводы по главе 3	146
Заключение	148
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	151
ПРИЛОЖЕНИЯ	173
Приложение 1	173
Приложение 2	175
Приложение 3	179
Приложение 4	181
Приложение 5	186
Приложение 6	188
Приложение 7	191
Приложение 8	193
Приложение 9	201

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. На современном этапе развития общества человеческий потенциал является важнейшим фактором социально-экономического роста государства. Для результативной и безопасной повседневной и профессиональной деятельности индивид не только должен владеть багажом определенных знаний, но и уметь применять их при решении новых возникающих задач, то есть обладать функциональной грамотностью. Как составная часть функциональной грамотности, естественнонаучная грамотность (ЕНГ) обеспечивает стратегии решения проблем, связанных с технологией получения веществ, энергетикой, экологией, медициной и рядом других. Общество заинтересовано в выпускниках школы, обладающих естественнонаучной грамотностью, то есть способных использовать и совершенствовать имеющиеся естественнонаучные знания и умения. Формирование ЕНГ на уроках химии, которая входит в предметную область «Естественнонаучные предметы», является ответом на изменение социального запроса на качество образования и функциональной грамотности как приоритетной цели образования.

Участие российских школьников в международном (до 2018) и национальных исследованиях уровня функциональной (естественнонаучной, читательской, математической, финансовой) грамотности также стало одним из факторов акцентирования внимания на этом направлении. Уровень ЕНГ определяется этими авторитетными исследованиями через овладение подростками компетенциями «научное объяснение явлений, понимание особенностей естественнонаучного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»; наши ученики занимают далекое от лидирующего положение. В соответствующих документах стратегического планирования РФ указанные вызовы нашли отражение в целевых показателях. С 2018 года реализуется инновационный проект Министерства просвещения РФ «Мониторинг формирования функциональной грамотности». Обновленный образовательный стандарт предусматривает создание в школах условий «которые обеспечат формирование функциональной грамотности учеников» (п. 35.2

ФГОС-2021 ООО). Функциональная грамотность рассматривается как результат системно-деятельностного подхода (п. 4 ФГОС–2021 ООО, п 18.7 ФОП ООО–2023). С 2023 года в федеральных рабочих программах по химии основного общего образования указано, что изучение химии является ответственным этапом (на углубленном уровне — ключевым этапом) в формировании естественнонаучной грамотности обучающихся.

Большинство исследователей полагает, что ведущим средством формирования ЕНГ являются задания, сходные с теми, что используются при ее оценивании: основанные на межпредметном содержании, ориентированные на применение раннее усвоенных знаний в конкретной ситуации. Формирование ЕНГ на уроках химии должно обеспечиваться организацией обучения на основе решения таких заданий в процессе получения новых знаний и непосредственно связано достижением предметных результатов по химии. Вместе с тем, в существующих валидных комплексах заданий не представлены в достаточном количестве задания для формирования ЕНГ, которые обеспечивали бы организацию обучения химии на протяжении всего периода обучения в основной школе. Кроме того, такие задания преимущественно направлены не столько на организацию обучения в целях достижения предметных результатов и формирования ЕНГ, сколько на проверку сформированности ЕНГ. Практически отсутствует методика работы с такими заданиями на уроках химии, что обуславливает проблемы формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе.

Вышеописанное изменение целевых ориентиров определяет востребованность и своевременность обращения к вопросу научного обоснования способов формирования естественнонаучной грамотности при обучении химии.

Степень разработанности темы исследования. Понятие «естественнонаучная грамотность» (scientific literacy) сложилось в 1960-1990-х благодаря пионерским работам Р. Hurd и R. McCurdy. К началу XXI века ЕНГ стала вектором образования в области естественных наук, тогда же начала складываться методология мониторинга ЕНГ в международных сравнительных исследованиях (А. Schleicher). В российских исследованиях оценивание ЕНГ рассматрива-

ется как комплексная проблема в работах таких исследователей как И.Ю. Алексашина, В.С. Басюк, Е.А. Беловолова С.А. Волкова, Н.А. Заграничная, А.А. Каверина, Г.С. Ковалева, Г.Н. Молчанова, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова, Л.А. Паршутина, А.Ю. Пентин, Л.М. Перминова, и других; в том числе в теории и методике обучения химии – Л.И. Асанова, Е.Я. Аршанский, М.А. Ахметов, Ю.Ю. Гавронская, Е.В. Миренкова, П.А. Оржековский, М.С. Шаталов; биологии – Н.Д. Андреева, В.В. Заграничная, Н.В. Малиновская, И.Н. Пономарева; физики – А.А. Гайдаев, О. А. Крысанова, Л.А. Ларченкова, А.В. Ляпцев, М.М. Мирзаева, Н.С. Пурышева.

Вопросы естественнонаучной грамотности разрабатывались в диссертационных исследованиях Ю.А. Сверчковой на примере образовательной области «естествознание» (2009), С.А. Кузьминой – формирование экологической грамотности (2010), Л.В. Пивоваровой – биологической грамотности (2009). И.В. Шутовой – в аспекте оценивания при обучении химии (2003), А.В. Фортус – функциональной грамотности при обучении биологии в системе СПО с применением медиасредств (2024).

В научной литературе, нормативных документах обоснована актуальность формирования функциональной грамотности в целом, ЕНГ как ее части. Сложилось общие подходы к оцениванию сформированности ЕНГ, успешно формируется банк оценочных средств ЕНГ, адаптированных к реалиям образовательной системы РФ (В.С. Басюк, Г.С. Ковалева, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова, А.Ю. Пентин). Предполагается, что эти задания могут применяться и для формирования ЕНГ, однако их использование на текущих уроках по предметной тематике затруднено в силу сравнительно широкого и обобщённого содержания. Оценочные материалы ЕНГ в настоящем исследовании выступают концептуальной основой разрабатываемых интегративных контекстных заданий (заданий, направленных на формирование ЕНГ, но используемых вне мониторинговых исследований) как средства формирования ЕНГ на уроках химии и интегрированных уроках химии и физики, химии и биологии.

При анализе проблем формирования ЕНГ выявлены *противоречия* между:

– интегративным характером ЕНГ и необходимостью формирования ЕНГ преимущественно в системе монопредметного обучения (в данном случае химии);

– оценочной функцией заданий в исследованиях и мониторингах ЕНГ и формирующей функцией заданий в процессе обучения в основной школе;

– недостаточностью в валидных комплексах заданий (банки заданий для оценки функциональной грамотности, ОГЭ, ВПР, задачки рекомендованных УМК) заданий по химии прикладного характера (интегративных контекстных заданий) как средства обучения, которое обеспечивало бы формирование ЕНГ на протяжении всего периода обучения химии в основной школе, и необходимостью организации деятельности по решению таких заданий на уроках химии с целью формирования ЕНГ.

Выявленные противоречия позволяют сформулировать *проблему исследования*: какой должна быть методическая система формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии?

Объект исследования: формирование ЕНГ при обучении химии в основной школе.

Предмет исследования: интегративные контекстные задания как средство формирования ЕНГ на уроках химии в основной школе.

Цель исследования: научное обоснование и разработка теоретической модели методической системы формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе.

В соответствии с целью, объектом, предметом и гипотезой исследования определены **задачи исследования**:

1. На основании анализа исследований по программам оценки и мониторинга ЕНГ школьников, опыта формирования ЕНГ и ее отдельных элементов

определить теоретические основания методической системы формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению–интегративных контекстных заданий при обучении химии в основной школе.

2. Обосновать интегративное контекстное задание как важнейшую единицу организации учебной деятельности школьников на уроках химии и средство формирования и оценивания уровня сформированности ЕНГ.

3. Разработать методику конструирования интегративных контекстных заданий для формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе.

4. Разработать методику обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ.

5. Разработать методику оценивания уровня сформированности ЕНГ, основанную на критериях, понятных не только экспертному сообществу, но и другим субъектам образовательного процесса.

6. Проверить в ходе опытно-экспериментальной работы результативность предложенной методической системы.

В соответствии с целью была выдвинута **гипотеза исследования**: интегративные контекстные задания могут служить средством формирования естественнонаучной грамотности при обучении химии в основной школе, если:

- содержательное наполнение заданий основывается на содержании предметной области химии, ее предметных, метапредметных, межпредметных и ценностных составляющих, а сюжет основан на моделировании прикладных «жизненных» ситуаций, требующих комплексного применения научных знаний из химии и других предметных областей (биологии, физики), методов естественнонаучного исследования и познания;
- при встраивании задания в конкретный урок химии содержание задания непосредственно связано с изучаемым материалом (темой урока), учтена последовательность изучения в школьной программе привлекаемых фактов, теорий и методов из других предметных областей;

– учебная деятельность школьников организована вокруг решения интегративного контекстного задания на отдельном этапе урока химии, методика обучения решению интегративных контекстных заданий учитывает типы входящих в задание задач по основному способу действия с информацией (на анализ информации, на преобразование информации в другую форму, на конструирование новой информации) и состоит из трех этапов: 1) работа с контекстом, 2) работа с условием и решение, 3) рефлексия. Каждому из этапов работы с заданием соответствуют свои цели, функции, методы и приемы.

Научная новизна исследования:

– на основании интегративного характера ЕНГ определен механизм уровневой интеграции в методической системе ее формирования;

– сформулировано и введено в научный оборот понятие и определение понятия «интегративное контекстное задание» как задание, сконструированное по методологии международных и национальных исследований ЕНГ, включающее предметную область одной или нескольких естественнонаучных дисциплин, и используемое для формирования ЕНГ при обучении химии в образовательном процессе основной школы»; показано, что интегративные контекстные задания являются важнейшей единицей формирования ЕНГ на уроках химии в основной школе;

– обоснована методика обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ, в которой поэтапно используемые методы и приемы учитывают особенности задачи по способу действий с информацией;

– разработана и внедрена методика конструирования интегративных контекстных заданий с учетом темы конкретного урока и запланированных на нем результатов для формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе;

– разработана упрощенная методика оценивания уровня сформированности ЕНГ, основанная на когнитивном, деятельностном, аксиологическом и рефлексивном критериях и соответствующих им показателях, удовлетворительно коррелирующая с существующей системой экспертных оценок.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что оно:

– обогащает теорию обучения химии теоретической моделью методической системы, основанной на ведущей идее формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе, и реализующей механизм уровневой интеграции в формировании ЕНГ;

– расширяет понятийно-терминологический аппарат методики обучения химии за счет введения и обоснования понятия «интегративное контекстное задание» как важнейшей единицы формирования ЕНГ на уроках химии в основной школе;

– определяет содержание интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ при обучении химии: предметные знания и умения по химии; метапредметные умения, межпредметные естественнонаучные знания и умения, включая особенности (методы) естественнонаучных исследований; ценностные отношения взаимодействия общества и природы;

– углубляет представления о методике обучения решению заданий для формирования ЕНГ на уроках химии на основе способа действий с информацией;

– обогащает критерии оценивания сформированности ЕНГ аксиологическим и рефлексивным критериями, обеспечивающие более полное отражение содержания ЕНГ.

Практическая значимость исследования состоит в том, что:

– методика конструирования интегративных контекстных заданий с учетом темы конкретного урока и запланированных на нем результатов, а также разработанный комплекс интегративных контекстных заданий для формирования естественнонаучной грамотности при обучении химии в 8–9 классах могут быть использованы в образовательной практике для формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе;

– предложенные приемы работы с интегративными контекстными заданиями на уроках химии для формирования естественнонаучной грамотности у

обучающихся 8-9 классов внедрены в образовательную практику и могут быть использованы для содержательного обновления учебных дисциплин в педагогическом вузе при обучении студентов по химико-педагогическим специальностям и направлениям, а также в системе переподготовки и повышения квалификации учителей;

– критериальная методика оценивания уровня сформированности ЕНГ может использоваться в образовательной практике для текущего, периодического и итогового контроля сформированности ЕНГ при обучении химии в основной школе.

Этапы исследования. Исследование осуществлялось поэтапно с 2015 по 2024 годы:

Первый этап (2015–2016 гг.) — осмысление и постановка проблемы исследования, изучение и анализ литературы, опыта по заявленной проблеме; определение предмета и объекта исследования, гипотезы, цели и задач, обоснование теоретических основ и выбор исследовательских подходов.

Второй этап (2016–2017 гг.) — разработка методической системы, методик и методических материалов для формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий при обучении химии, апробация ее элементов.

Третий этап (2017–2024 гг.) — практическая реализация предложенной методической системы формирования ЕНГ, проверка ее результативности в рамках опытно-экспериментальной работы, в том числе, в рамках разработки цифрового образовательного контента для ФГИС «Моя школа» в 2024 году; анализ, обобщение и обработка полученных результатов; подведение итогов работы и формулирование выводов; литературное оформление текста диссертации.

Методологические основы исследования составили:

– исследования функциональной грамотности и естественнонаучной грамотности как ее составной части (И.Ю. Алексашина, В.С. Басюк, Н.А. Заграничная, С.А. Волкова, И.Б. Гильязова, Г.С. Ковалева, А.А. Каверина, Г.С. Кача-

лова, Г.Н. Молчанова, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова, А.Ю. Пентин, Л.М. Перминова, Л.А. Паршутина, Е.Я. Яровая и другие); методология оценки уровня естественнонаучной грамотности (А.Ю. Пентин);

– исследования в области формирования ЕНГ при обучении химии (Л.И. Асанова, Е.Я. Аршанский, М.А. Ахметов, Ю.Ю. Гавронская, Н.А. Заграничная, О.И. Курдуманова, Е.В. Миренкова, П.А. Оржековский, М.С. Пак, М.А. Шаталов и другие); биологии (Н.Д. Андреева, Н.В. Малиновская, И.Н. Пономарева и другие); физике (О.А. Абдулаева, А.А. Гайдаев, Н.А. Грумова, Г.С. Качалова, О.А. Крысанова, Л.А. Ларченкова, А.В. Ляпцев, М.М. Мирзаева., Д.В. Перевозчиков, Н.С. Пурышева и другие);

– исследования в области интеграции содержания естественнонаучного образования (И.Ю. Алексашина, М.Н. Берулава, Л.В. Дубицкая, А.А. Ульянова, М.А. Шаталов, и др.); применения в практике школьного обучения ситуационных и контекстных задач, заданий, используемых в качестве тестовых в международных исследованиях (О.С. Мишина, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова, А.Ю. Пентин, М.С. Шаталов и другие);

– ведущие положения теории эвристического обучения (Ю.К. Кулюткин, В.Н. Соколов, А.Ю. Хуторской и другие; теории (концепции) контекстного обучения (А.А. Вербицкий, О. Г. Ларионова и другие); теория решения задач (Д. Пойя, И.Я. Лернер, А.С. Кондратьев, А.В. Ляпцев, Л.А. Ларченкова, Э.Г. Злотников, П.А. Оржековский, Т.А. Боровских, С.Ф. Жильцов, Н.Е. Дерябина, В.Н. Давыдов).

Для решения поставленных задач использованы **методы исследования:** *теоретические:* анализ психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования; методологический анализ концепции ФГОС и PISA, программ, учебных текстов; теоретическое моделирование методической системы формирования ЕНГ посредством решения интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе; *эмпирические:* опытно-экспериментальная работа, методическая интерпретация результатов; методы качественного и количественного анализа экспериментальных данных: диспер-

сионный и корреляционный анализ, ранжирование, графическое представление результатов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Интегративный характер ЕНГ, сформированность которой рассматривается с позиции ФГОС ООО–2021 как один из комплексных образовательных результатов обучения химии, предусматривает необходимость организации обучения в рамках монопредметного обучения химии в процессе освоения предметного химического содержания через: формирование межпредметных связей содержания химии с иными учебными дисциплинами; организацию условий для овладения обучающимися общенаучными методами естественнонаучного исследования, частнонаучными методами химии, через формирование представлений о практической значимости химии в жизни человека на разных уровнях – личном, государственном, общемировом.

2. Методическая система формирования естественнонаучной грамотности реализует ведущую идею организации учебной деятельности школьников по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе; методические подходы (интегративный, компетентностный, задачный) и принципы (межпредметности, систематичности, метапредметности, активизации познавательной деятельности). Интегративные контекстные задания конструируются и используются вне мониторинговых исследований для формирования ЕНГ на основе выделения предметного, межпредметного, метапредметного и ценностного содержания, и контекста, в котором выделенное содержание востребовано.

3. Методика обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ включает методы и методические приемы, обусловленные способом работы с информацией при решении задач (задачи на анализ информации, задачи на преобразование информации, задачи на конструирование способа получения новой информации).

4. Оценивание уровня сформированности ЕНГ в процессе обучения химии осуществляется через содержательные критерии – аксиологический, ко-

гнитивный, деятельностный, рефлексивный.

Степень достоверности результатов исследования определяется тем, что описанный опыт воспроизводим, используемые методы надежны и отвечают задачам исследования, выводы построены на основе изучения научных источников, доказаны сравнением результатов контрольных и экспериментальных групп и данными статистической обработки полученных результатов.

Апробация и внедрение результатов исследования осуществлялись на конференциях регионального и международного характера: «Система оценки образовательных результатов обучающихся» (2017), Петербургский образовательный форум (2018) и др.; I и II международные конференции «Актуальные проблемы естественнонаучного образования в ракурсе ФГОС» (2016, 2018), Российско-узбекский образовательный форум по проблемам общего образования «Методика преподавания в современной школе: проблемы и инновационные решения» (2022), Осовские педагогические чтения «Образование в современном мире: новое время – новые решения» (2022), «Актуальные проблемы химического и экологического образования. Верховский-150» (2023); в ходе разработки цифрового образовательного контента для проектов «Российская электронная школа» (2016 год); ФГИС «Моя школа» – российской образовательной платформы, разработку которой по заказу Министерства Просвещения Российской Федерации осуществляла ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России», в настоящее время ФГАОУ ВО «Государственный Университет Просвещения» (2021-2024 гг.), а также через опытно-экспериментальную работу в образовательных организациях.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Работа соответствует специальности 5.8.2. «Теория и методика обучения и воспитания (химия, химические технологии, уровень основного общего образования) направление исследований «2.18. Теоретические основы создания и использования новых образовательных технологий и методических систем обучения и воспитания».

Опытно-экспериментальная база исследования: Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования, ГБОУ СОШ № 241 Адмиралтейского района Санкт-Петербурга, ГБОУ Информационно-методический центр Адмиралтейского района Санкт-Петербурга, ГБОУ Лицей № 82 Петроградского района Санкт-Петербурга, ФГАОУ ВО «Государственный Университет Просвещения» (разработка заданий для формирования естественнонаучной грамотности в рамках подготовки цифрового образовательного контента для ФГИС «Моя школа»).

Структура диссертационного исследования включает в себя введение, три главы, разделенные на параграфы, заключение, список использованной литературы 177 наименований, из них 7 на иностранном языке, работа изложена на 150 страницах и дополнительно включает 9 приложений.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ КОНТЕКСТНЫХ ЗАДАНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

В главе проведен анализ ключевых понятий исследования: «функциональная грамотность», «естественнонаучная грамотность», показан интегративный характер ЕНГ, рассмотрены подходы к заданиям для мониторинга и оценки сформированности в методологии сравнительных исследований ЕНГ как концептуальной основы интегративных контекстных заданий, теоретические основания обучения с использованием интегративных контекстных заданий для формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе.

1.1. Понятие естественнонаучной грамотности школьников

Термин «функциональная грамотность» появился в шестидесяти-семидесятые годы XX века как расширенное понимание традиционной трактовки грамотности в аспекте использования минимальных умений (читать, писать, считать) для полноценного функционирования в социуме; к 1990-м годам понятие функциональной грамотности надежно закрепилось в проблемном поле образования [145; 149].

Академик А.А. Леонтьев в своей работе 1999 года «Педагогика здравого смысла» [84] рассматривал функциональную грамотность как способность использовать полученные человеком умения для решения прикладных задач и получения (генерации) новой информации. Особое внимание к проблеме функциональной грамотности школьников привлекло международное исследование PISA (Programme for International Student Assessment), проводимое с 2000 года с целью изучения обладания подростками «знаниями и умениями, необходимыми для полноценного функционирования в современном обществе» [101]. Практика участия российских школьников в подобных исследованиях стала сегодня основой методологии оценивания качества образования [94], с 2019 года проводится «общероссийская оценка по модели PISA».

При этом, как в исследованиях 1990-х годов, так и в современных исследованиях, отсутствует единый подход к определению понятия функциональной грамотности. В работах разных авторов функциональная грамотность рассматривается как способность, как уровень образованности, как образовательный результат и т.д. Основные подходы российских исследователей к пониманию функциональной грамотности отражены в таблице 1.

Таблица 1

Основные подходы к пониманию функциональной грамотности

Автор	Определение (понимание) функциональной грамотности	Признаки функциональной грамотности
А.А. Леонтьев [84]	Способность применять знания и умения в прикладных ситуациях (жизненных, бытовых, профессиональных и др.)	Практико-ориентированный, интегративный характер.
Е.А. Басова [18]	Функциональная грамотность (в сфере коммуникации) – качество личности, определяющее способность в практике общения применять знания и умения.	Практико-ориентированный характер, личностная характеристика
Е.В. Бахарева [21]	Функциональная грамотность – базовый уровень образованности учащегося.	Способность ориентироваться в окружающем мире, реализовывать деятельность – прикладной характер.
В.А. Ермоленко [53]	Функциональная грамотность – качество личности, обуславливающее возможность использовать в практической деятельности полученные знания	Прикладной характер, качество личности.
А.Ю. Пентин, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова [112]	Способность применять знания из различных областей наук в системе, при их взаимопроникновении	Интегративный характер, системность.
Л.М. Перминова [116]	Функциональная грамотность – уровень владения знаниями и умениями, позволяющий применять их на практике	Практико-ориентированный характер, знания, умения.
П.И. Фролова [145]	Функциональная грамотность – уровень образованности, совокупность предметных и межпредметных знаний и умений. Функциональная грамотность – элемент общей учебно-познавательной компетентности.	Межпредметный характер, прикладной характер (элемент компетентности).
И.В. Шутова [155]	Функциональная грамотность учащихся – это определенный уровень образованности учащихся основной школы, вы-	Способность к осуществлению определенных действий –

	ражающий степень овладения ими ключевыми компетенциями	прикладной характер.
--	--	----------------------

Основой функциональной грамотности, согласно приведенной В.С. Басюком, Г.С. Ковалевой в [19] графической модели, являются знания, умения, ценности и отношения, которые мобилизуясь в компетенциях, проявляются в деятельности обучающихся; именно деятельность школьника в конкретных ситуациях подлежит оцениванию при мониторинге функциональной грамотности.

Различными авторами функциональная грамотность рассматривается, как в целом, так и применительно к конкретной области научных знаний (гуманитарных, технических, естественнонаучных) или к конкретной области деятельности (напри мер, функциональная грамотность в области коммуникации). Диссертационные исследования исследуют, главным образом, компоненты и элементы функциональной грамотности. В частности, Г.Г. Сорокин исследовал влияние информационной культуры на функциональную грамотность [134], А.А. Басова — функциональную грамотность в сфере коммуникации [18], В.И. Снегурова [132] – математическую грамотность; И.В. Анурова [8] — социокультурную грамотность, Ш.Ф. Фарахутдинов [139] — экологическую грамотность, Т.В. Набиева [98] — гражданскую грамотность, Л.В. Пивоварова [120] — биологическую грамотность. Исследование PISA также выделяет отдельные содержательные составляющие функциональной грамотности: математическая, читательская, естественнонаучная, финансовая грамотность и глобальные компетенции.

Предметом нашего изучения является естественнонаучная составляющая функциональной грамотности. Термин «естественнонаучная грамотность» (scientific literacy) появился в работах Пола Хурда (Hurd, P. [170]) и Ричарда Мак Карди (McCurdy, R. [172]) в 1958 году. Многие исследователи полагают, что внимание к стратегической роли научных знаний привлек запуск первого советского спутника. Изучение естественнонаучной грамотности началось во многих странах (Франция, США, Великобритания): Г. де Бур (G. E. DeBoer [169]), Р. Байби (R. W. Bybee [168]), Дж. Вилкинсон (J. Wilkinson [177]), К. Ли

(X. Liu [171]); к началу XXI века ЕНГ стала вектором образования в области естественных наук — биологии, физики, химии, позднее и других наук о природе. Тогда же начала складываться методология мониторинга ЕНГ в международных сравнительных исследованиях; значимая роль принадлежит инициативе Андреаса Шляйхера (Andreas Schleicher [176]), вдохновителя и куратора сопоставительных исследований в области качества образования, в том числе программы PISA.

Исследование PISA в 2015 году определяло естественнонаучную грамотность как «способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественнонаучными идеями. Естественнонаучно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям» [108, 163], что требует от него следующих компетенций: «научно объяснять явления, оценивать и планировать научные исследования, научно интерпретировать данные и доказательства» [173]. В 2018 году в определение добавлена способность «понимать основные особенности естествознания как формы человеческого познания; демонстрировать осведомленность о влиянии естественных наук и технологий на материальную, интеллектуальную и культурную сферы жизни общества; проявлять активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естествознанием» [175].

В работе Л.М. Перминовой [116] даётся дидактическое обоснование формирования ЕНГ, а естественнонаучная грамотность рассматривается как вид «школьных образовательных стандартов». Мы разделяем точку зрения автора о том, что ЕНГ предполагает: освоение содержания соответствующих учебных предметов, а именно знание фактов, законов, теорий, понятийного аппарата, включая общие для естественных наук (атом, молекула, клетка, организм, реакция, движение, энергия, скорость) [165]; владение научным методом познания, со столь характерными для естественных наук эмпирическими методами; понимание значимости и ценности естественных наук и естественнонаучного образования [166].

Содержательная область ЕНГ представлена метаконцептами «Физические системы», «Живые системы», «Земля и космические системы» [114; 121], базируясь на нескольких учебных предметах, изучаемых в школе — это физика, биологи, химия, география, экология, астрономия. При этом, как указывает Г.С. Качалова [65], формирование ЕНГ в основной школе в большей мере происходит именно на уроках биологии, физики и химии, об этом же свидетельствуют многочисленные публикации [12; 13; 23; 86; 90; 95; 96; 115; 118; 120; 126; 135; 137]. В действующей системе школьного образования получаемые знания чаще всего усваиваются в рамках методологии отдельных учебных предметов. В результате школьники практически не увязывают полученные знания из разных предметов друг с другом и окружающим миром. В рамках разработки темы диссертационного исследования нами ранее показано, что организация межпредметного взаимодействия может способствовать повышению качества естественнонаучного образования [158].

Одна из актуальных проблем формирования ЕНГ — это проблема формирования у обучающихся системных представлений о природе [2; 3]. Складывающаяся в сознании ученика не набор, а именно система научных знаний ориентирует его на понимание целостности объектов изучения, тесных и сложных взаимосвязей между объектами и явлениями реального мира. В свою очередь, целостные представления о мире являются основой развития системного мышления, столь необходимого компонента познавательных моделей в научном объяснении явлений, научном исследовании и решении проблем [166].

Как составная часть функциональной грамотности, ЕНГ ориентирована на активное приложение академических знаний и умений в повседневной жизни, профессиональной и учебной деятельности. Основными сферами приложения ЕНГ выступают здоровье и безопасность, окружающая среда, природные ресурсы, наука и технология. Обладающий ЕНГ человек может объяснить (например, негативные последствия курения), исследовать (например, влияние кислых почв на урожай), предполагать (например, почему космонавтов после полета выносят на руках), доказывать, анализировать, делать выводы. Доста-

точно важным представляется влияние сформированности ЕНГ в основной школе на выбор профиля обучения [1].

Формирование ЕНГ в старших классах основной школы при изучении предметов естественнонаучного цикла в целом согласуется (но совпадает полностью) с достижением предметных, метапредметных и личностных результатов обучения биологии, физике, химии, а также географии [164]. В предыдущей редакции ФГОС ООО в описании ожидаемых результатов обучения области «Естественнонаучные предметы» указывает «овладение умением сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями жизни», что в сочетании с предметными результатами по биологии, физике, химии, и метапеременными результатами в целом соотносится с ЕНГ. Тем не менее, Г.С. Ковалева, опираясь на результаты мониторинга 2019–2021 гг., отмечает отсутствие динамики по естественнонаучной грамотности [70]. В требованиях действующего ФГОС ООО предусмотрены целевые ориентиры, которые прямо указывают на необходимость формирования у обучающихся функциональной грамотности [140, п 35.2], конкретизуясь в отношении естественнонаучной грамотности в Федеральной образовательной программе ФОП ООО [141] в пунктах 153.2.6, 154.2.6 (физика), 155.2.8, 156.2.15 (химия), 158.2.2, 156.2.2 (биология) на базовом и углублённом уровнях, а также в федеральных рабочих программах по предметам (ФРП размещены на портале «Единое содержание образования» <https://edsoo.ru/rabochie-programmy/>).

В то же время, ФГОС, ФОП, ФРП не представляют четкой критериально-оценочной базы для анализа результатов сформированности перечисленных образовательных результатов, как указывающих на уровень ЕНГ обучающегося. Формирование функциональной грамотности у обучающихся представляется достаточно актуальным не только в контексте ФГОС. В частности, по мнению Л.Г. Шабалиной, наиболее крупные организационные ошибки в разных областях профессиональной деятельности являются результатом неспособности использовать на практике полученные академические знания [150].

Довольно низкие места российских школьников, а именно 30–37 место из 79 стран — участниц международного сравнительного исследования ЕНГ в 2018 году принципиально не отличаются от позиции в предыдущем исследовании; наши старшеклассники в основной массе (около 78 %) достигают порогового (второго из шести заявленных) уровня, который свидетельствует о наличии базовых знаний по отдельным предметам (биологии, физике, химии) и способности сделать вывод на несложном набору данных [63]. Для сравнения: шестой уровень соответствует сформированности системы естественнонаучных понятий и владением научным методом познания, включая выдвижение и доказательство гипотез и понимание критерия научности в теориях и экспериментах; этого уровня достигло около 3%. В отчетах по сравнительным исследованиям функциональной грамотности, в том числе ЕНГ, не проводится сопоставления индивидуальных набранных баллов с академической успеваемостью школьника, однако научных публикациях имеются сведения об отсутствии корреляции между «ЕГЭ – рейтингом школы и ФГ – уровнем» [91].

В проведенном А.Ю. Пентиним, Г.С. Ковалевой, Е.И. Давыдовой, Е.С. Смирновой анализе результатов и программ исследований ЕНГ, сделан вывод о том, что содержание и методика обучения предметам естественнонаучного цикла в нашей стране «не являются уникальными и в целом соответствуют мировым тенденциям» [114]. Однако акцент делается на академические знания, что само по себе должно задавать фундамент для прикладной деятельности, но к настоящему моменту это не оставляет места для реального освоения способов действий в исследовании или научной дискуссии. Основная проблема видится в недостаточном разнообразии учебных задач форм работы с ними [162]. При этом можно отметить тенденцию включения задач «формата мониторинга ЕНГ» в уроки химии с едва замаскированной целью натаскивания, поскольку распространено мнение что все проблемы упираются именно в основанный на контексте формат заданий, слишком широкий для конкретно-предметных знаний и умений, с трудом вписываемый в реальные уроки.

Выявление сущностных характеристик естественнонаучной грамотности, а именно: межпредметность (формирование ЕНГ проблематично осуществлять в рамках одного предметного курса), системность (ввиду того, что ЕНГ требует сформированной системы естественнонаучных знаний), практико-ориентированность (ЕНГ предполагает умение применять академические естественнонаучные знания в реальной жизни) позволило выявить интегративный характер ЕНГ и синтезировать рабочее определение: «Естественнонаучная грамотность — интегративное умение объяснять с естественнонаучной точки зрения наблюдаемые в повседневной жизни явления и процессы, использовать знания и методы естественнонаучного исследования при решении прикладных задач и проблем, а также осуществлять самооценку и рефлексию соответствующей деятельности на основе представлений о ценности и роли естественнонаучных знаний для личности, общества и государства». Роль химии в формировании ЕНГ убедительно описана в Федеральной рабочей программе по химии, изучение которой «знакомит со спецификой научного мышления, закладывает основы целостного взгляда на единство природы и человека, является ответственным этапом в формировании естественнонаучной грамотности обучающихся» [142], изучение химии на углубленном уровне названо «ключевым этапом в формировании естественнонаучной грамотности обучающихся» [143].

1.2. Интегративный характер естественнонаучной грамотности

Интеграция, применительно к научным дисциплинам, представляет собой «процесс взаимопроникновения, унификации и уплотнения знания, который детерминирован взаимопроникновением общественно-политической и материально-производственной человеческой деятельности, а в более глубоком смысле — единством мира, изоморфизмом структур, всеобщими взаимосвязями в окружающем мире между разнообразными объектами» [3]. В рамках современных представлений интеграция понимается одновременно как процесс и результат становления целостности, которая в свою очередь, является единым качеством, возникшим на основе многих качеств [2]. В данном ключе можно го-

ворить о том, что целостность является свойством, близким к свойству эмерджентности, характерным для любой системы — возможностью формирования на основе свойств ее отдельных элементов особых характеристик системы, представляющих собой свойства более высокого порядка (в классическом понимании – несводимость свойств системы к сумме свойств ее элементов) [49]. Как сказал Б.М. Кедров, «Естествознание представляет собою не простую совокупность всех человеческих знаний о природе, но систему естественных наук, взятых в их взаимной связи» [66, с.11].

Интеграция научных знаний находит отражение и в образовании [50]. Особенно ярко проявляются процессы интеграции в естественнонаучном образовании, что обусловлено сложностью и многообразием предметов изучения — природы и ее объектов в их взаимосвязи друг с другом [49].

Интеграция в обучении естественнонаучным дисциплинам обусловлена тем, что большая часть объектов природы и окружающего мира исследуются комплексно — с точки зрения физики, химии, биологии, что подразумевает использование при их изучении и соответствующих методов научного исследования, как общих (эксперимент, наблюдение, моделирование), так и частных. Например, метод титрования или спектрального анализа может быть использован как в химии непосредственно для установления концентрации вещества в растворе, так и в рамках эколого-биологических исследований, например, при выявлении концентрации загрязняющих веществ [105]. На основании этого достаточно актуальным представляется формирование у обучающихся представлений о особенностях естественнонаучных исследований, равно и о возможностях применения тех или иных методов из различных наук для получения или проверки информации о предмете исследования. Необходимость формирования представлений об общности методов естественнонаучных исследований подчеркивается программами мониторинга формирования функциональной грамотности, в которой одна из проверяемых компетенций ЕНГ — это «Понимание особенностей естественнонаучного исследования» [174]. Ввиду того, что мониторинг ЕНГ не подразумевает деление знаний на отдельные

науки (области научных знаний) — химию, физику, биологию, а оценивает общий уровень, правомерно говорить о том, что обучающиеся должны представлять закономерности научного метода исследования и использования отдельных исследовательских умений из физики, биологии, химии с возможностью и использования в реальной ситуации [173].

Особую значимость для реализации идей интеграции в педагогической практике имеют работы, описывающие уровневый характер интеграции. Л.В. Дубицкая в работе, посвященной проблеме подготовки учителей к реализации интеграции в педагогическом процессе [50], опираясь на исследования М.Н. Берулавы [26], выделяет три уровня интеграции, которые последовательно достигаются в этом процессе:

- первый уровень интеграции — уровень межпредметных связей;
- второй уровень интеграции — уровень дидактического синтеза;
- третий, наиболее высокий уровень интеграции — уровень целостности естественнонаучного образования, системного восприятия мира, понимания взаимосвязей в окружающем мире, который в рамках настоящего исследования мы рассматриваем, как уровень сформированности ЕНГ [25].

Рассмотрим особенности каждого уровня применительно к тематике настоящего исследования.

Первый и наиболее простой из перечисленных уровней интеграции осуществляется путем выделения общих проблем, единых и смежных научных понятий, терминов, объектов исследования, законов, в содержании разных учебных предметов. Межпредметные связи, как особое средство интеграции первого уровня обладает значительным потенциалом, представляя собой систему совместной работы педагога и обучающихся, в рамках которой используется содержание смежных учебных дисциплин (в нашем случае естественнонаучных) с целью более прочного усвоения знаний [25].

Проблема формирования межпредметных связей в рамках уроков биологии, физики, химии поднималась рядом авторов. Проблема межпредметного взаимодействия в содержании естественнонаучного образования подробно рас-

смотрена в работах таких педагогов, как Г.С. Качалова [65], Н.В. Максимова [89], Н.С. Пурышева [124], Т.В. Уткина [138], П.И. Фролова [145], М. А Шата-лов [151, 152] и ряде диссертационных исследований: Е.А. Беловоловой, 2021 (докторская диссертация); Ж.В. Беляевой, 2015; Т.В. Сергеевой, 2011; С.А. Кузьминой, 2010; Е.Я. Серополовой, 2008; Ф.Б. Окольников, 2008; С.М. По-хлебаева, 2007(докторская диссертация); М.Т. Рахматуллина, 2007; В.В. Губи-на, 2004; В.С. Елагиной, 2003(докторская диссертация); А.С. Гурьева, 2002 (докторская диссертация); М.Ж. Симоновой, 2000, и др.

Так, О.А. Крысанова, В.С. Белова отмечают, что у обучающихся в школах недостаточно формируется представление о связи между биологией, физикой, химией, что в конечном итоге приводит к недостаточно глубоким и системным знаниям не только в рамках естественнонаучных дисциплин, но и в области ма-тематики и технических наук. Авторами проанализированы диссертационные исследования с 1970 по 2017 год (общее число 30), в которых разобраны меж-предметные понятийные связи физики с математикой, химией, биологией, гео-графией, выделены наиболее часто встречающиеся межпредметные понятия (движение, энергия и др.) [75]. В исследовании Е.А. Яровой [167] особое вни-мание уделяется комплексному формированию функциональной грамотности, не только в рамках предметов, соответствующих виду грамотности (на матема-тике — математической, на физике, химии, биологии — естественнонаучной), но и за счет связи между ними и с привлечением других предметов. Так, при формировании ЕНГ привлекаются знания не только из физики, биологии, хи-мии, входящих в предметную область «Естественнонаучные предметы», но и из астрономии, географии, экологии [113].

В рамках одного из наших исследований, посвященных оценке образова-тельных результатов, образовательные результаты интегративного (межпред-метного) характера рассмотрены в качестве образовательных результатов, каче-ственно отличных от предметных результатов [159]. При этом, в более позднем исследовании отмечено, что формирование таких интегративных образова-тельных результатов осуществляется в практике, преимущественно, в рамках инте-

грированных курсов, а их формирование в условиях предметных курсов затруднено [157].

Следует также отметить, что первый уровень интеграции в целом реализуется педагогами-практиками в ходе преподавания химии в школе, это обусловлено как близостью некоторых элементов содержания, так и реализацией требований ФГОС. Так, например, при изучении химического состава организма на уроках биологии (9 класс) рассматривают белки, липиды и углеводы, их формулы, их строение и функции. При изучении аминокислот разбирают образование пептидной связи, в строении ДНК и РНК – это азотистые основания аденин (А), цитозин (Ц) и гуанин (Г), Тимин (Т), а также принцип комплементарности в строении ДНК. На уроках химии в 9 классе это содержание востребовано при изучении темы «Начальные сведения об органических соединениях», а структура молекул, функциональные группы и реакционная способность изучается в курсе органической химии в старших классах [106]. Более детальная интеграция содержания естественнонаучного образования в условиях школьного обучения, ввиду ограничения времени урока учебным планом образовательной организации, требует организации отдельных межпредметных уроков, дополнительных занятий (в условиях внеурочной деятельности или дополнительного образования) или целых курсов [160]. В работах А.А. Семенова и Т.В. Уткиной приведены примеры интеграции физического и биологического содержания на основе понятия «энергия» в открытых термодинамических системах [130, 138], в исследовании А.В. Ляпцева — физического, химического и биологического содержания на основе понятийного аппарата естественнонаучных теорий через межпредметный элективный курс [88]. Проблема межпредметных связей физика — химия — биология и актуальные вопросы межпредметного содержания подробно рассмотрена в докторской диссертации Е.А. Беловоловой (2021) [23]. Внедрение ФГОС ООО–2021 организационно упростило процесс, поскольку Федеральные образовательные программы по предметам на его основе содержат перечень межпредметных связей.

Второй, более совершенный уровень интеграции – дидактический синтез представляет собой «процесс и результат создания цельного». Дидактический синтез, по М.Н. Берулаве, рассматривается как синтез видов и способов деятельности [25]. М.Н. Берулава отмечает, что в отличие от интеграции на уровне межпредметных связей, «при дидактическом синтезе интеграции знания из различных отраслей взаимопроникают, стирая границы научной (учебной) отрасли и создавая, тем самым, новые концепции и теории» [26].

А.Н. Громов выделяет функции дидактической интеграции: общедидактические (образование, воспитание, развитие), и что важнее для нас специфические функции — инструментальную (координаторскую, организаторскую), связующую (между известным и новым), контрольную (через сопоставление с имеющимся опытом), эвристическую (через обнаружение новых граней имеющихся знаний в непривычном познавательном задании), рефлексивную (через попадание в ситуацию затруднения), прогностическую [44].

Эвристическая функция интеграции в обучении заключается в том, что ранее усвоенные знания в новой познавательной ситуации обнаруживают новые грани, «вырабатывается новая стратегия, создаются новые системы действий, открываются неизвестные ранее закономерности». Как указывает П.А. Оржековский, при рождении «нового знания» старые знания не отбрасываются, они в синтезе с новыми дают более глубокое представление об изучаемом явлении [104]. В работах М.Н. Берулавы и Ю. Н. Кулюткина дидактический синтез рассмотрен как уровень, предполагающий интеграцию не только содержания, но и форм, методов и средств обучения. Для обучающихся это предполагает интеграцию способов деятельности, а понимание особенностей естественнонаучного исследования является частным случаем последней [25; 77]. По мнению Т.В. Набиевой, основным источником в рамках данного уровня выступают общие для разных наук и рассматриваемые с позиции каждой из них объекты исследования [98]. Дидактический синтез при интеграции естественнонаучных дисциплин может быть реализован в том числе использованием общих и частных методов естественнонаучного исследования; посредством теоретического

обобщения и анализа различными средствами (в разных формах, разными методами) естественнонаучного материала, посредством проведения естественнонаучных экспериментов [107]. Мы полагаем, что уровень дидактического синтеза как уровень интеграции должен быть реализован в процессуально-деятельностном компоненте методической системы формирования естественнонаучной грамотности при решении интегративных контекстных задач.

Третий, высший уровень интеграции — уровень сформированности ЕНГ, предполагает наличие у обучающихся системы научных представлений об объектах природы (объектах изучения биологии, физики, химии), а также понимания особенностей исследования в области естественных наук (применять теоретические и доступные экспериментальные методы изучения природы, аргументированно делать выводы). Особенность реализации данного уровня интеграции состоит в его прикладном характере.

Уровень сформированности ЕНГ характеризуется объединением, упорядоченностью, взаимообусловленностью и взаимосвязью предметных и метапредметных знаний и умений, пониманию функциональной грамотности как «индивидуально интериоризированного качества» [23]. Реализация данного уровня, в конечном итоге, способствует развитию у обучающихся системного взгляда на окружающий мир за счет понимания взаимосвязей его объектов и явлений. В методической системе формирования естественнонаучной грамотности посредством решения интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе данный уровень интеграции реализуется в результативно-оценочном компоненте в виде ожидаемого результата — сформированности ЕНГ.

Л.С. Выготский высшим типом учебной деятельности называл вариативную, которую определял, как способность к «воспроизведению способов получения способов», то есть способность к осуществлению разнообразных мыслительных операций (синтез, анализ, сравнение, классификация, обобщение) [39]. Акцент на интеграции, как средстве формирования знаний и умений более высокого уровня и способности к обобщению, присутствует и в требованиях

ФГОС. Так, требования ФГОС к отдельным предметным курсам предполагают в качестве результатов обучения освоение обучающимся логики и методов научного познания, методов исследования: общих и применяемых в различных науках, основных понятий, категорий, теорий, концепций; так для предмета химия прописано «владение основными методами научного познания (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование)» (п. 45.7.3 ФГОС ООО–2021) [140].

Интегративный характер ЕНГ, сформированность которой рассматривается с позиции ФГОС ООО–2021 как один из комплексных образовательных результатов обучения химии, предусматривает необходимость организации обучения в рамках монопредметного обучения химии через: формирование межпредметных связей содержания химии с иными учебными дисциплинами; организацию условий для овладения обучающимися общенаучными методами естественнонаучного исследования, частнонаучными методами химии, через формирование представлений о практической значимости химии в жизни человека на разных уровнях – личном, государственном, общемировом.

1.3. Задания для оценивания естественнонаучной грамотности

Вопросы оценивания уровня сформированности ЕНГ, определения соответствующих критериев и показателей активно привлекают внимание исследователей, поскольку, как справедливо указывает Г.М. Колесникова [71], невозможно осуществлять формирование ЕНГ при отсутствии инструментов ее оценивания и мониторинга, которые были бы доступны, как педагогам, так и обучающимся. Проблема оценивания функциональной грамотности целом и ее элементов (читательской, естественнонаучной, финансовой, математической) состоит в том, что оцениванию подлежит сложно организованная деятельность [13, 70].

Разработчики программ сравнительных исследований, устанавливая направления оценки функциональной грамотности, ориентируются на компетентностную область, то есть оцениванию подлежат выделенные компетенции.

Средствами оценивания служат специально разработанные задания, состоящие из нескольких задач-вопросов, объединённых единым контекстом.

А.Ю. Пентиним, Г.Г. Никифоровым, Е.А. Никишовой сформулированы основные подходы к заданиям на естественнонаучную грамотность. Задание представляет собой несколько (как правило три) задачи, сюжетно основанные на едином контексте — описании реальной ситуации. Каждую задачу характеризуют по следующим позициям:

- компетенции в методологии сравнительных исследований — научное объяснение явлений, понимание особенностей естественнонаучного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов;

- тип естественнонаучного знания — содержательное или процедурное;

- контекст — личностный, местный, национальный;

- тематическая область — здоровье, окружающая среда, природные ресурсы и т.д.

- познавательный уровень (или степень трудности) задания — низкий, средний, высокий [112].

А.В. Усова, М.Д. Даммер, В.С., Елагина, М.Ж. Симонова, обсуждая совершенствование системы естественнонаучного образования, особо отмечают важность и необходимость наличия контекста как определяющего условия понимания школьником востребованности соответствующего знания реалиям жизни [133].

Такое построение заданий характерно не только для оценивания естественнонаучной, но и для других видов функциональной грамотности. Так для формирования математической грамотности Е.Е. Алексеева [4] предлагает систему контекстных заданий с практикоориентированным межпредметным содержанием. Для заданий конкретизируется содержание деятельности школьника в соответствие с проверяемыми компетенциями в терминах «формулировать — применять — интерпретировать». В.И. Снегурова отмечает, что такие ком-

петенции должны формироваться при решении любых заданий, вне зависимости от форм и способов организации обучения или типа заданий и упражнений [131].

Вопросы имеют различную трудность, которая определяется в зависимости от числа выполнивших задание, и предусматривают различные форматы ответов — от выбора единственного правильного варианта до свободного ответа в форме эссе. За время двухчасового тестирования учащиеся отвечают на 50–60 вопросов в письменном виде. Оценивание производится экспертами по 1000-балльной шкале в соответствии с руководством по оцениванию (входит в инструментарий исследования) и перепроверяется на национальном уровне.

Инструментарий сравнительных исследований оценивает уровни следующим образом: «Низкий: выполнять одношаговую процедуру, например, распознавать факты, термины, принципы или понятия, или найти единственную точку, содержащую информацию, на графике или в таблице. Средний: использовать и применять понятийное знание для описания или объяснения явлений, выбирать соответствующие процедуры, предполагающие два шага или более, интерпретировать или использовать простые наборы данных в виде таблиц или графиков. Высокий: анализировать сложную информацию или данные, обобщать или оценивать доказательства, обосновывать, формулировать выводы, учитывая разные источники информации, разрабатывать план или последовательность шагов, ведущих к решению проблемы» [112]. Имеются отдельные исследования, в которых предлагается авторское выделение уровней функциональной грамотности, например, Е.В. Алюкова выделила четыре уровня функциональной грамотности применительно к предметам естественнонаучного и математического цикла: недопустимый уровень, допустимый, достаточный, высокий, что в целом, аналогично стандартной пятибалльной системе оценивания в школах [5].

С целью создания отечественного инструментария оценивания специалистами Института стратегии развития образования РАО в настоящее время реализуется глобальный проект, в рамках которого разрабатываются учебные за-

дания с учетом требований международной программы PISA [19] по всем направлениям. Предполагается выполнение заданий на компьютере и проверка в автоматическом режиме или экспертная проверка.

В случае ЕНГ оцениванию подлежат три компетенции, при этом оцениваются составляющие этих компетенций — отдельные умения: обосновать дальнейшее развитие событий (куда сместиться равновесие в химической реакции), объяснить принцип действия (например, гидравлического тормоза), распознавать цель исследования по описанию опыта (например, проращивание семян при разном освещении) и другие. Подробная спецификация оцениваемых умений приведена в таблице 2 [112].

Таблица 2

Спецификация оцениваемых умений в соответствии с проверяемыми компетенциями [112]

Научное объяснение явлений	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явлений	Распознавать и формулировать цель исследования	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
Распознавать и использовать объяснительные модели и представления	Предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса	Преобразовывать одну форму представления в другую
Делать и научно обосновывать прогнозы о протекания процесса или явления	Выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки	Распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах
Объяснять принцип действия технического устройства или технологии.	Описывать и оценивать способы, которые используют ученые, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений	Оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников

Если компетенция «Научное объяснение явлений» и проверяемые в ней элементы вполне понятны, по сути, это знания и умения, то «Понимание особенностей естественнонаучного исследования» (а ранее эта компетенция называлась «Применение методов естественнонаучного исследования») вызывает определенные сомнения. Особенности естественнонаучного исследования за-

ключаются в использовании научного метода познания (наблюдение — гипотеза — эксперимент — вывод), специального языка, научного оборудования, и использовании конкретно-научных методик. Поскольку в центре внимания эмпирические методы естествознания: наблюдение, изменение и эксперимент с его планированием, проведением и выводами, то с нашей точки зрения эти особенности недостаточно четко отражены в проверяемых умениях. Судя по описаниям предлагаемых задач, которые намного более конкретны, речь идет о методологии естественнонаучного экспериментального исследования: «по описанию хода исследования описать его цель... по описанию проблемы описать основные этапы, сформулировать гипотезу и предложить способ ее проверки, охарактеризовать элементы исследования, повышающие надежность результата (контрольная группа, контрольный образец, большая статистика и др.)» [112].

Третья компетенция «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» в значительной степени связана восприятием и анализом информации: перевод информации из таблицы, схемы, графика в словесную форму; выводы на основе информации в разных формах; понимание типа научного текста: доказательство, допущение, рассуждение; оценка научности теста, например в СМИ [112].

Наиболее компактно компетентности ЕНГ охарактеризованы в Федеральной образовательной программе: «научно объяснять явления; оценивать и понимать особенности научного исследования; интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов» [141, п. 154.2.6].

При описании оценивания компетенции «Научное объяснение явлений» одним из объектов проверки выбрано умение применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явлений. Конкретное знание о роли света в жизни растений проверяется в задании о вопросах продавца при покупке комнатного растения: куда выходят окна, есть в комнате ковер и т.д. (нужно выбрать вопросы, связанные с жизнью растений) [113]. В этом примере вопрос низкого уровня трудности, в других заданиях предусмотрены свободные отве-

ты и такие действия как перенос знаний в непривычную ситуацию, перевод информации из одной формы в другую, необходимость аргументации, определение цели или метода исследования и другие.

Как указывает руководитель проекта «Мониторинг формирования функциональной грамотности» Г.С. Ковалева, подходы к оценке образовательных результатов в исследованиях сформированности ЕНГ и в традициях российского образования существенно различаются [69]. Особенность компетентностного подхода исследования сформированности ЕНГ состоит в измерении сформированности компетенций, что само по себе достаточно сложный процесс, часто непонятный рядовому педагогу, который и должен формировать функциональную грамотность школьника. Указанное обстоятельство обуславливает необходимость разработки доступного для учителя критериального аппарата для оценки ЕНГ.

При этом мы исходим из представлений о компонентном составе компетентности: мотивационный, когнитивный, деятельностный (поведенческий), аксиологический (ценностно-смысловой) и рефлексивный (эмоциональная регуляция процесса и результата), основываясь на работах И.А. Зимней [62], А.В. Хуторского [147], Н.С. Романцовой, Т.Н. Кочетковой, О.А. Ефиц [126], Ю.Н. Кулюткина [77]. В таблице 3 приведены выделяемые разными авторами критерии сформированности функциональной грамотности.

Таблица 3

Подходы к критериям оценивания функциональной грамотности с позиции различных авторов

Автор	Выделяемые критерии функциональной грамотности	Понимание автором критериев, показатели для оценки (если выделены)
Н.В. Максимова [89]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мотивационный. 2. Действия в нестандартных ситуациях (деятельностный). 3. Навыковый (деятельностный). 4. Речевой рефлексии (рефлексивный). 5. Информационный. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Через написание сочинений. 2. Письменное выполнение заданий. 3. В отношении навыков письменной речи. 4. Ведение дневника наблюдений.

	6. Когнитивный. 7. Коммуникативный. 8. Самооценка и самоконтроль. 9. Игровой. 10. Ценностный критерий (аксиологический).	5. Обращение к источникам информации. 6. Педагогическое наблюдение. 7. Тест на развитость диалогической способности, понимание чужой смысловой позиции.
И.В. Шутова [155]	1. Качество знаний (когнитивный). 2. Качество предметных умений (деятельностный). 3. Сформированность ценностных отношений (аксиологический).	Текущее, промежуточное и итоговое оценивание с учетом действующей пятибалльной системы.
Л.В. Блинкова, Н.П. Вебер, Л.П. Виноградова [29]	1. Освоение предметных знаний и умений (когнитивный). 2. Умение применять знания на практике (в различных ситуациях реальной жизни, не только в контексте учебной дисциплины); (деятельностный).	Через оценивание критерияльно-ориентированных заданий
Л.М. Перминова [116]	1. Содержательно-деятельностная составляющая (когнитивный, деятельностный) 2. Потребностно-мотивационная составляющая (аксиологический).	Предметные знания, общеучебные умения, применение знаний для решения задач.
Ж.В. Беляева [24]	2. Освоение предметных знаний и умений (когнитивный). 3. Умение применять знания на практике (в различных ситуациях реальной жизни, не только в контексте учебной дисциплины); (деятельностный).	Через оценивание критерияльно-ориентированных заданий.
Г.С. Ковалева [68]	1. Оценка стратегий действий и поведения (деятельностный).	Через оценивание контекстных заданий формата PISA.
А.Ю. Пентин, Н.А. Заграничная, Е.А. Никишева, Г.Ю. Семенова [114]	2. Объектом проверки являются отдельные умения, входящие в состав компетенций (деятельностный).	Через оценивание контекстных заданий формата PISA.
И.Ю. Алексашина [2]	4. Объект проверки — компетенции, принятые в международном исследовании PISA.	Через оценивание контекстных заданий формата PISA.

Отметим, что в большей части рассмотренных нами публикаций авторы выделяют когнитивный и деятельностный критерии оценивания функциональной грамотности, реже аксиологический критерий.

Проблема оценки ЕНГ исследовалась в том числе, в рамках разработки подходов к ее оценке. Так, А.Ю. Пентин, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова отмечают, что оценивание ЕНГ лежит через оценку знаний и умений, посредством особо организованных заданий [112]. Авторы отмечают, что оценку уровня и мониторинг ЕНГ целесообразно проводить на основе выделяемых компетенций, посредством введения балльной оценки (присвоения определенной суммы баллов за выполненное задание).

В методическом пособии И. Ю. Алексашиной, О.А. Абдулаевой, Ю. П. Киселева также отмечается необходимость присваивать компетенциям различное значение в баллах, исходя из сложности формирования компетенций (научное объявление явлений — наиболее простая компетенция, по мнению авторов). Сумма баллов по компетенциям отражает уровень ЕНГ [2].

Н.В. Кочергина, А.А. Машиньян рассматривают возможность оценки ЕНГ (на примере уроков физики) посредством использования демонстрационных комплексов и лабораторных работ. В частности, именно практические работы позволяют определить уровень владения школьниками знаниями по физике, а также способности применять эти знания в практических ситуациях, моделируемых в условиях лабораторных, демонстрационных, практических работ [73]. Е.В. Оспенникова, Т.С. Шеромова отмечают сходные возможности оценки функциональной естественнонаучной грамотности при использовании цифровых лабораторий при изучении биологии, физики, химии [109; 153].

Н.С. Пурышева, сравнивая особенности проведения аттестации обучающихся в России и Сингапуре, отмечает, что за ситуационные задачи, близкие по форме и содержанию к формату задач международных сравнительных исследований, в рамках аттестации обучающихся в Сингапуре начисляется большее число баллов, нежели за задачи, направленные на проверку теоретических знаний [124]. В исследовании сделан вывод о том, что проверка ЕНГ (а равно и ее

формирование) может осуществляться на основе предложения обучающимся таких заданий, которые требуют не только решения задачи и записи ответа, но и обоснования собственного мнения, аргументации, хода рассуждения.

Л.О. Рослова, К.А. Краснянская, Е.С. Квитко отмечают возможность оценки функциональной грамотности (в целом, и на примере математической грамотности) на основе использования заданий, которые подразумевают перевод информации из одного формата в другой (например, из табличного в текстовый, графический и др.) [127]. В сравнительных исследованиях действительно присутствуют подобные задания, например, интерпретация данных, представленных на диаграмме или графике [101; 107; 174; 175].

Также нужно отметить такой способ оценки функциональной грамотности, как формирующее оценивание. Формирующее оценивание — подход к оцениванию образовательных результатов, при котором обучающийся выбирает задания для оценки знаний на основе обратной связи, осознания собственного уровня [30]. Однако, как представляется, подобный подход позволяет скорее сформировать способность к рефлексии результата обучения и своих знаний, а также знание методов оценивания знаний (что соотносится с когнитивным и рефлексивным критериями в рамках настоящего исследования, но не вполне охватывает аксиологический и деятельностный критерий).

Д.А. Король также рассматривает ситуационные задачи как способ оценки функциональной грамотности, указывая, что следует разрабатывать такие задачи с дифференциацией по уровню сложности и вводить соответствующие шкалы оценки [72]. Е.Ю. Лукичева (на примере оценки математической грамотности) приводит методику, где осуществляется подсчет элементарных математических операций, необходимых для выполнения задания, а число таких операций определяет сложность задания. Также от обучающегося требуется объяснить алгоритм выполнения, назначение каждой выполненной операции. На основе суммарного показателя по этим данным определяется уровень функциональной грамотности [87].

На основе анализа литературы можно заключить, что основной методикой оценивания функциональной грамотности является предлагаемая исследованием PISA компетентностно-ориентированная методика в той или иной модификации. В большинстве исследований средством оценивания ЕНГ являются специально организованные контекстные задания различной трудности (задания формата PISA). Оцениванию подлежит комплексный результат деятельности учащихся по решению указанных задач в виде проявляемых знаний и умений. Оценка основана на присвоении определенной суммы баллов за выполненное задание с последующим переводом в 1000-бальную международную шкалу, что требует специальной экспертной подготовки. Анализ методологии оценивания ЕНГ показал сложность процесса для учителя; доминирование когнитивного и деятельностного критериев, в то время как аксиологический и рефлексивный не подлежат учету, что обуславливает необходимость критериальной методики оценивая, сопоставимой с реалиями образовательной практики. Разработанная автором система критериев представлена в параграфе 2.5.

Исследователи и практики сходятся во мнении, что для формирования ЕНГ необходимо использовать задания, составленные с учетом методологии международных исследований [75]. В работе [113] авторы предлагают проводить работу с такими заданиями на уроках разных типов и включать задания в самые разные этапы урока, в том числе акцентируя внимание на экспериментальном практикуме. В важной для настоящего исследования работе А.Ю. Пентина, Г.Г. Никифорова, Е.А. Никишовой [113] авторы обсуждают адаптацию заданий для формирования и оценивания ЕНГ применительно к российским условиям; авторами также отмечено, что указанные задания сходны с задачами, которые в рамках российской системы образования принято называть практико-ориентированными или ситуационными, а также указывают на их соответствие принципам эвристического и контекстного обучения.

В соответствии с Федеральной образовательной программой (ФОП) по химии предусматриваются практико-ориентированные, контекстные задания, в первую очередь, в рамках раздела «Химия и жизнь». Характеристикой таких

заданий является их прикладная направленность, обучающиеся должны применить имеющиеся знания из области химии для решения прикладной, бытовой проблемы. Вместе с тем, предложение таких заданий обучающимся на уроках химии не носит системного характера, что подчеркивается рядом авторов [10, 11, 12; 13], кроме того, они не обеспечивают возможность применения знаний по химии в жизненных ситуациях на всем протяжении реализации ФОП. С целью решения проблемы при разработке цифрового образовательного контента для ФГИС «Моя школа» было предусмотрено включение в материалы для уроков химии заданий, направленных на формирование ЕНГ; в указанной работе в период 2021–2024 гг. диссертант принимал участие в качестве разработчика.

А.Ю. Пентиным, Г.Г. Никифоровым, Е.А. Никишовой [113] подчеркивается, что большинство заданий имеют личный контекст, как правило, это применение химических знаний в быту. Заданий с региональным или глобальным контекстом сравнительно меньше. Это приводит к тому, что у обучающихся не формируется комплексного представления о применении химических знаний, методов химических исследования в рамках, к примеру, государственного управления, охраны окружающей среды, разработки промышленных, пищевых, иных технологий на производствах. Без формирования соответствующего комплексного представления о применении знаний из области химии, методов химического исследования не представляется возможным и формирование предметных образовательных результатов при освоении ФОП по химии.

С нашей точки зрения, разное целеполагание (оценивание и формирование в процессе обучения) требует определенных изменений в содержании заданий и способов работы с ними. Задания, составленные в формате сравнительных исследований, но направленные на формирование ЕНГ в предметном обучении химии, разрабатываются нами как интегративные контекстные задания.

1.4. Теоретические основания обучения с использованием интегративных контекстных заданий для формирования естественнонаучной грамотности

Организация обучения — один из ключевых параметров образовательного процесса, к нему предъявляются требования как со стороны отдельного обучающегося (запрос сделать обучение более интересным, мотивирующим), так и со стороны государства (запрос сделать обучение практико-ориентированным, позволяющим формировать комплекс знаний, умений, навыков, компетенций, необходимых для гражданина и специалиста в определенной сфере). Последнее выражается и в содержании нормативных актов, в частности ФГОС ООО. Правоммерно предположить, что процесс формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии также должен предусматривать опору на теоретические подходы к организации образовательной деятельности, дидактические и воспитательные требования к урокам, в том числе требования обеспечения связи обучения с жизнью и воспитания активной жизненной позиции.

Тем не менее, в исследованиях по теории и методике обучения химии не предлагается комплексной системы учебной работы с учащимися, направленной на формирование и оценивание ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии. В ряде работ отмечается недостаточная осведомлённость учителей о ЕНГ и неготовность школьников к проявлению компетенций, свидетельствующих о сформированности ЕНГ [33]. С нашей точки зрения, важной проблемой является определенная оторванность предлагаемых мониторинговых заданий от тематики текущих уроков, ведь целью их составителей было получение определенного «среза» по итогу обучения, а формирование ЕНГ происходит именно в процессе обучения. Для использования таких заданий на уроках с формирующей целью необходимо вооружить учителя методикой их конструирования.

Формирование ЕНГ посредством использования интегративных контекстных заданий подразумевает создание в образовательном процессе условий, при которых обучающиеся смогут на примере модельных учебных, быто-

вых и прикладных ситуаций применять знания и методы исследования из естественнонаучных предметов. Включение интегративных контекстных заданий в образовательный процесс требует изменения организации образовательной деятельности обучающихся на уроке. Следует отметить, что проблема трансформации традиционно сложившейся структуры учебного занятия с целью повышения эффективности учебной деятельности обучающихся поднималась и вне контекста формирования ЕНГ в рамках психологической и педагогической науки. В частности, согласно теории психолога Курта Левина (Kurt Zadek Lewin), выдвинутой в начале XX века, человек усваивает новую информацию только в том случае, если в процессе решает какую-либо задачу [82]. При этом «пассивное» усвоение информации, согласно К. Левину, не является эффективным. На современном этапе теория К. Левина положена в основу различных психологических тренингов, основанных на решении конкретной практической задачи.

На теорию деятельности и деятельностного субъекта познания опирается и *концепция контекстного обучения* А.А. Вербицкого. Согласно концепции, усвоение социального опыта осуществляется в результате активной, пристрастной деятельности субъекта. Предполагается, что обучающийся работает не с «готовым знанием», а с конкретной ситуацией (контекстом), которая может возникнуть в реальности. Контекстное обучение широко используется в вузах посредством моделирования возможных профессиональных ситуаций; особое применение оно находит в медицинских вузах при реализации симуляционного обучения (тренировке навыков студентов-медиков на роботах-симуляторах). А.А. Вербицкий указывает, что контекстное обучение способствует развитию критического мышления как основы понимания собеседника и его суждений и способности к диалогу [35]. Основопологающие принципы контекстного обучения это:

1. принцип активности (субъектная позиция в общении) личности, согласно которому личность при обучении нацелена получить значимый для нее результат;

2. принцип проблемности, согласно которому получение знаний осуществляется в рамках решения модельной или реальной проблемы;

3. принцип единства обучения и воспитания, который предполагает, что исследуемая ситуация, проблема должна быть социально либо личностно значима, иметь прикладное, практическое значение;

4. принцип последовательного моделирования в формах учебной деятельности и условий деятельности, согласно которому обучающийся последовательно осуществляет целеполагание, планирует ход решения проблемы, оценивает результат по итогам реализации плана.

А.А. Вербицкий отмечает, что переход на новую парадигму образования требует перестройки образовательного процесса, при котором будут соблюдены следующие условия: 1) обучающийся должен находиться в деятельностной позиции; 2) необходимо генерировать проблемные учебные ситуации, которые будут интересны обучающимся, что формирует личностный смысл обучения; 3) должно быть совмещение индивидуальных и коллективных форм работы, что обуславливает возможность обучающихся делиться личностным и учебным потенциалом, развивает не только способность работы с информацией, но и личностные, в том числе нравственные качества личности; 4) в обучении (в том числе при генерации учебных ситуаций) необходимо отражать сущность явлений и процессов, происходящих в практической жизни, науке, в обществе, на производстве [34].

Перечисленные условия могут быть реализованы при организации обучения посредством решения интегративных контекстных заданий. В образовательной практике накоплен опыт реализации контекстного обучения биологии, физики и химии в школе. В частности, Л.А. Мельникова и О.Н. Попова при проектировании заданий по биологии рассматривают их содержание и структуру с позиции контекстного обучения [93]. В.Л. Битюк рассматривает проектное обучение как частный случай реализации положений концепции контекстного обучения [28]. В.В. Павлович, А.В. Теремов описывают опыт реализации контекстного обучения в профильной (биологической) школе при организации

практических занятий в летних лагерях [110]. В целом, использование контекстного подхода в обучении биологии в большей степени разработано и теоретически обоснованно применительно к системе высшего образования, нежели школьного [20]. На это указывают и Н.Д. Андреева, В.В. Даниленко, отмечая, что на современном этапе в школе недостаточно реализуется практико-ориентированный подход в обучении биологии [7].

Значительно больше исследований можно отметить при анализе практики применения и возможностей использования контекстного обучения при преподавании физики и химии. Т.В. Клеветова, С.В. Крючков указывают на актуальность применения контекстного обучения при организации занятий по физике в рамках дополнительного образования [67]. А.А. Оспенников, Е.В. Оспенникова, Н.В. Бутова, Д.А. Антонова положительно характеризуют опыт реализации контекстного обучения в школьном курсе физики, отмечая, что решение контекстных задач положительно сказывается на формировании предметных и метапредметных образовательных результатов [109]. Современными авторами Н.С. Пурышевой, Н.В. Ромашкиной Н. В., Шароновой Н.В. [124] разрабатываются учебные пособия по физике, в которых в качестве основного подхода выбрано контекстное обучение. В.И. Данильчук, Е.В. Донскова, Т.В. Клеветова, В.С. Крючков отмечают возможность реализации компетентностного подхода в обучении в школьном курсе физики и системе дополнительного образования посредством решения контекстных задач [47, 67].

Ряд исследований посвящен реализации концепции контекстного обучения в курсе химии. О.С. Габриелян, автор школьных учебников по химии, указывает, что компетентностный подход в школьном курсе может быть реализован посредством использования задач, которые представляют собой «жизненные» ситуации и требуют применения знаний из курса химии [40]. Можно отметить и учебные пособия по химии, в основе которых лежит контекстный подход, например, широко известное пособие Г.В. Пичугиной [122]. М.А. Ахметов рассматривает контекстное обучение как один из инструментов реализации практико-ориентированного обучения химии в школе [15]. Особенности работы с

ситуационными задачами на уроках химии рассматривались в работах Н.В. Жульковой [57], К.Е. Егоровой [51]. Педагогами-практиками разрабатываются задачи для уроков химии на основе контекстного обучения, например, педагогом МОУ СОШ №1 г. Камешково Владимирской области Драницыной Г.Н. представлена система задач для уроков химии, созданная на основе принципа контекстного обучения [48].

Таким образом, практика применения положений концепции контекстного обучения в школьном курсе химии является установившейся и теоретически обоснованной, однако особенности интеграции учебного материала и методов биологии, физики, химии при проектировании контекстного обучения и его использования для формирования ЕНГ в обучении химии пока не разработаны.

Теория *дидактической эвристики* рассматривает обучающегося, совместно с педагогом конструирующего свои знания в конкретной исследуемой области реальности не столько на уроке, сколько в «образовательной ситуации» [147]. Для формирования ЕНГ существенным доводом в пользу привлечения идей дидактической эвристики является подчеркнутое внимание не только к предметным, но и метапредметным результатам «стягивающим разнопредметные области к общим основаниям» [148]. Основные положения теории дидактической эвристики применимы в обучении и студентов [150], и школьников. В [72] Д.А. Король приведены примеры результативности эвристического обучения на уроках и внеурочных мероприятиях по физике, географии, обществознанию, русскому языку, экономике, в работах В.В. Гузеева, Е.Ф. Мишиной, Ж.И. Шоровой — химии [46, 97; 154], И.С. Карасовой, Н.В. Андриевских, О.А. Крысановой, Н.С. Пурышевой — физике [64; 74; 125], М.В. Артеевой, Е.С. Васильченко, Н.А. Заграничной — биологии [9; 32; 60]. Возможности эвристического обучения в формировании функциональной грамотности рассмотрены Н.Н. Асхадуллиной, Э.С. Каракеян [14], в части применения методов коллективного поиска оригинальных мыслей, творческих вопросов, проектного моделирования и рефлексии на уроках литературы.

Ключевым компонентом эвристического обучения является деятельность по решению задания открытого типа, то есть задания, не имеющего однозначно правильного ответа. В ряде исследований (Д. Пойя, Н.М. Плескацевич, В.И. Андреев, Н.В. Соколов) содержатся описания эвристических бесед (эвристики) — системы взаимосвязанных вопросов, логически ведущих ученика по пути самостоятельного решения. К составляющим эвристики относят всевозможные наводящие вопросы, отсылки к аналогиям, подводящие или к правильному ответу, или к нахождению способа решения. Независимо от учебного предмета эвристики рассматриваются Ю.Н. Кулюткиным. В его трактовке это «метаспособ», то есть отражение общей закономерности раскрытия «конкретно-содержательных отношений» [77]. При решении эвристического задания ученик должен работать с тремя методологическими типами вопросов: вопрос «Что?» соответствует знаниевой составляющей, вопрос «Как?» соответствует умениям и установлению связей между объектами, вопрос «Почему?» переводит деятельность на личностно-значимый рефлексивный уровень [72].

Эвристическое обучение всегда диалогично, то есть требует использования особых методов взаимодействия учителя и ученика. Эвристическое обучение реализуется на основе организуемой учителем эвристической беседы при активном участии в ней учеников [101]. В ходе беседы задаются и находят свое разрешение проблемные ситуации, ставятся проблемы, выдвигаются гипотезы. Для реализации в практике обучения положений теории дидактической эвристики обучающемуся необходимо предложить реально существующий значимый объект (например, объект природы, природное явление, событие и т. п.), а не структурированные «готовые» знания о данном объекте. Как пишет А.В. Хуторской, обучающийся, изучая реальный объект, получает продукт учебной деятельности, например, результат исследования, гипотезу, научное объяснение явления, который совместно с педагогом сопоставляет с научными знаниями об объекте, переосмысливая собственный результат [148]. В рамках такого подхода обучающийся не только получает новые знания, но и формирует определен-

ные личностные компетенции (например, информационные, общеучебные), получает личностно-значимый результат [147].

Поскольку основным средством формирования ЕНГ мы считаем интегративные контекстные задания, остановимся на теоретических основаниях учебной работы с задачами. Ученые-методисты (Г. А. Балл, С. Е. Каменецкий, Л.А. Ларченкова, Н. Н. Тулькибаева, В. П. Орехов, М. Л. Фрумкин и др.) разделяют теорию решения задач и теорию обучения решению задач, полагая, что общим для них является опора решения на факты, понятия и методы науки, а различием — цели: при решении задачи необходимо найти и обосновать ответ на тот или иной вопрос, а в методике обучения решению задач нужно достигнуть «педагогического эффекта от применения задачи в обучении» [78; 79], которым является освоение научного метода познания в учебной деятельности. В свою очередь, именно на применении научного метода познания во многом базируется ЕНГ.

В структуре задачи выделяют два важнейших элемента: условие и требования. Условие представляет собой описание объектов и отношений между ними, а требование задает искомые характеристики. По А.Н. Леонтьеву, задача — это «цель действия, задания в определенных условиях» [83, с. 249].

В середине прошлого века американский математик венгерского происхождения Дьёрдь Пойя (György Polya, George Poly) сформулировал четыре основных этапа в решении задачи: 1) понимание условия задачи, 2) составление плана решения, 3) осуществление плана, 4) «взгляд назад», то есть анализ решения на предмет достоверности результата, рациональности решения, сделанных допущениях и т.д. [123].

В разработанной И.Я. Лернером теории содержания общего образования и процесса обучения заложена идея проблемного обучения, которое автор связывал с решением обучающимися творческих проблем и задач [85]. В рамках теории проблемного обучения выделены основные этапы решения познавательной задачи или задания: 1) осознание проблемы, способ решения которой не известен обучающемуся, 2) разделение задания на данное и искомое, 3)

нахождение связи, зависимости между ними, 4) осуществление решения, 5) проверка решения. А.В. Хуторской, отмечая близость эвристического и проблемного обучения, в которых сопровождение учебной деятельности осуществляется через близкие этапы и системы вопросов разграничивает их по широте результата: в проблемном обучении приоритет отдается предметному результату, а в эвристическом уделяется внимание способу его достижения, то есть метапредметному и личностному результату «конструирование учеником собственного смысла, целей и содержания образования, а также процесса его организации» [147, с.9.].

Для нашего исследования оказывается важным не только выделение этапов, также очень значимым представляется тот факт, что у И.Я. Лернера рассмотрены не математические задачи, как у Д. Пойя, а познавательные задания в других предметах, в частности при изучении истории. В системе познавательных задач И.Я. Лернер выделил доступные обучающимся проблемы науки (и смежных наук), важные в образовательном отношении методы науки, возможность проявления творческой деятельности [85], что находится в непосредственной связи со структурой интегративных контекстных заданий для формирования ЕНГ.

Другие авторы, добавляя или уточняя этапы решения, конкретизируя и обосновывая их в рамках предметных методик, в целом придерживались классической схемы: Т.А. Иванова, И.В. Ульянова, Л.М. Фридман — задачи по математике; В.Е. Володарский, С.В. Бубликов, А.С. Кондратьев, Л.А. Ларченкова — задачи по физике; М.А. Ахметов, Т.А. Боровских, В.Н., Давыдов, Н.Е. Дерябина, С.Ф. Жильцов, Э.Г. Злотников, Э.Ф. Матвеева, П.А. Оржековский, — задачи по химии. Во всех рассматриваемых учебных предметах существуют несколько классификаций учебных задач по разным основаниям: по тематическим разделам, по структуре задачи, по цели использования в обучении, по виду условия, по способу решения и т.д.

В первую очередь задачи разделяют на качественные и количественные. Количественные, или расчетные задачи требуют проведения вычислений. Есть

задачи, которые решаются графическим методом. Часто под задачей понимают именно количественную задачу, считается, что именно такие задачи отражают понимание учебного материала, свидетельствуют о знании формул, умении оперировать величинами, размерностями. Для решения расчётных задач активно используются всевозможные алгоритмы, для чего задачу относят к одному из типов. Например, задачи по химии: расчеты по формулам / вывод формулы вещества, расчеты по уравнениям, расчеты по растворам, термохимические и кинетические расчеты. Решение связывают с отнесением задач к определенному типу по условию задачи или даже по алгоритму решения. Д. Н. Турчен [136] выделяет последовательно-разветвленный, встречный и альтернативный алгоритмы решения задач по химии.

При решении количественных задач, в основе которых лежат математические вычисления, целесообразно ориентироваться на аналитический и синтетический методы решения. Синтетический метод состоит в переборе попыток связать между собой условия задачи в надежде получить искомое (для простых задач) или вспомогательный результат, который в комбинации с одним из условий приведет к искомому (для составных задач). Чаще всего синтетический метод соответствует арифметическому решению (в противовес алгебраическому), вписывается в алгоритмы решения «по действиям», опирается на имеющийся учебный опыт, аналогии. Очевидно, что не смотря на популярность, синтетический способ не способствует развития умения рассуждать самостоятельно. Аналитический метод состоит в том, что рассуждение отталкивается не от условий, а от требований: «Что нужно (знать) для выполнения требования задачи?», задавая тем самым желаемые вспомогательные результаты. Аналитический метод пригоден для решения новых для ученика нестандартных задач.

Качественная задача представляет собой вопрос, ответ на который можно получить путем логического рассуждения. Решение качественных задач может вызывать не меньше затруднений у обучающихся, поскольку вопрос не всегда указывает на конкретное действие или область поиска ответа и может требовать переформулировки [109]. А. А. Оспенников, Е. В. Оспенникова, Н. В. Бу-

това, Д. А. Антонова указывают на «аналитико-синтетический» метод решения качественных задач, суть которого заключается в индуктивном установлении общих закономерностей на основе фактов из жизни, ранее проводимых опытов, лабораторных работ и дедуктивном объяснении явления, о котором говорится в задаче [109].

Экспериментальные задачи связаны с лабораторным экспериментом, без проведения которого невозможно получить ответ. Экспериментальные задания могут быть качественными и количественными. В химии это задачи на получение и распознавание веществ, определение типа реакции по характерным признакам, разделение смесей веществ, установление строения химическими методами. Приведем пример: «Имеются растворы трех веществ — хлорида натрия, хлорида лития и хлорида калия. Определите каждое вещество по окраске пламени спиртовки». В количественных экспериментальных заданиях обычно требуются вычисления или графические построения. Например, определение концентрации щелочи по известным объему и концентрации кислоты, пошедшей на ее нейтрализацию, или по результатам кислотно-основного титрования. В заданиях сравнительных исследований ЕНГ используются виртуальные лаборатории в виде интерактивных анимаций, в тестовых заданиях в бумажных сборниках может приводиться описание проводимого эксперимента (при этом задача формально не является экспериментальной), а практической работе учителя задачи с формированием ЕНГ вполне сочетаются с натурным экспериментом исследовательского характера [136].

Для нас особый интерес представляют ситуационные и контекстные задачи, этапы решения которых обсуждается в ряде публикаций (таблица 4).

Таблица 4

Этапы решения ситуационных и контекстных задач

Автор	Этапы решения
Е.В. Алюкова [5]	Точно понять задачу. Сформулировать противоречие и идеальный конечный результат. Составить модель задачи. Поиск в каждой части модели задачи ресурса для решения. Применить приемы разрешения противоречий.

	Сформулировать несколько решений. Выбрать самое сильное решение. Провести анализ решения ситуации.
Т.С. Шеромова [153]	Собрать информацию – выделить факты. Выявить противоречия между фактами, предложить гипотезы. Сформулировать словесную модель решения проблемы. Обозначить результаты. Провести проверочный эксперимент.
О.Е. Лебедев [81]	Актуализация. Проблемный и целевой этап. Выбор средств решения. Теоретический и результативный этапы. Генерализация.
П.И. Фролова [145]	Эмоциональное «присвоение» задачи. Фиксация известных фактов. Модельная фиксация условия задачи. Формулировка закона для решения задачи. Получение необходимой дополнительной информации. Получение результата на основании использования закона, фиксация полученного результата.
Л.Р. Салаватулина [129]	Анализ условия задачи. Формулировка исходных данных и целей. Разработка плана решения задачи. Принятие и реализация плана решения. Рефлексия, исследование результата решения, определение достижения поставленных целей. Выработка плана дальнейшего развития.
Н.Ф. Романцова [126]	Изучение (анализ) содержания задачи, краткая запись условий и требований. Поиск способа (принципа) решения и составление его плана. Осуществление решения, проверка правильности и его оформление. Обсуждение (анализ) проведенного решения, отбор информации, полезной для дальнейшей работы.

В попытках найти общие приемы решения задач Г.С. Качалова [65] выделяет этапы: анализ задачи, составление плана решения задачи, запись решения, проверка правильности решения задачи, особо уделяя внимание первоначальному чтению текста задачи и методам анализа условия (математический, логический, семантический) и проверки правильности решения путем составления обратной задачи, решения другим способом, проверки по всем условиям и прикидки результата.

Завершая анализ исследований по организации учебной деятельности школьников на уроке, резюмируем следующее. Формирование ЕНГ на уроках химии должно основываться на выполнении заданий с привлечением межпред-

метного содержания химии с биологией и физикой, единого для естественных наук научного метода познания, в интересных, доступных, опирающихся на бытовой или учебный опыт прикладных проблемных ситуациях, формирующих личностный смысл обучения. Обучение должно опираться на активную деятельность школьника, взаимодействие с учебным окружением, в частности на совместное с педагогом конструирование знаний, с акцентом не только на предметные, но и на метапредметные и личностные результаты. Основным *методом формирования ЕНГ* на уроках химии является обучение школьников решению и решение ими интегративных контекстных заданий с использованием технологии эвристического обучения.

Выводы по главе 1

1. При разработке средств и способов формирования ЕНГ целевым ориентиром служит ожидаемый результат — ЕНГ как интегративное умение объяснять с естественнонаучной точки зрения наблюдаемые в повседневной жизни явления и процессы, использовать знания и методы естественнонаучного исследования при решении прикладных задач и проблем, а также осуществлять самооценку и рефлекссию соответствующей деятельности на основе представлений о ценности и роли естественнонаучных знаний для личности, общества и государства.

2. Ведущим средством формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе в условиях урочного обучения должны служить интегративные контекстные задания — задания, составленные по методологии национальных исследований и мониторинга ЕНГ, основанные на предметных знаниях и умениях по химии, с привлечением межпредметного содержания с биологией и физикой, единого для естественных наук научного метода познания, в интересных, доступных, опирающихся на бытовой или учебный опыт прикладных проблемных ситуациях, формирующих личностный смысл обучения. Такие задания состоят из нескольких объединенных общим контекстом задач, направленных на одну из трех проверяемых компетенций (научное объяснение явлений, понимание особенностей естественнонаучного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов).

3. Ввиду интегративного характера ЕНГ, ее формирование в условиях монопредметного обучения химии в процессе освоения предметного химического содержания осуществимо через: организацию межпредметных связей содержания химии с иными учебными дисциплинами и условий для овладения обучающимися общенаучными методами естественнонаучного исследования, частнонаучными методами химии, через формирование представлений о практической значимости химии в повседневной жизни и трудовой деятельности на разных уровнях – личном, государственном, общемировом.

4. Значимым методом формирования ЕНГ на уроках химии является организация деятельности на основе решения интегративных контекстных заданий с использованием технологии эвристического обучения. Обучение должно опираться на активную деятельность школьника, взаимодействие с учебным окружением, в частности на совместное с педагогом конструирование знаний, с акцентом не только на предметные, но и на метапредметные и личностные результаты.

ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РЕШЕНИЮ ИНТЕГРАТИВНЫХ КОНТЕКСТНЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ

В главе описана методология, обоснованы подходы, принципы и теоретические основания организации обучения химии на основе учебной деятельности школьников по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии, как средства формирования ЕНГ, а также предметных результатов обучения химии в основной школе. Приведены концептуальные положения и модель методической системы; дано покомпонентное описание модели; приведены методика конструирования интегративных контекстных заданий, методика обучения их решению, критериальная методика оценивания уровня сформированности ЕНГ у школьников.

2.1 Методологические основания методической системы формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий при обучении химии

При разработке методической системы организации обучения химии на основе учебной деятельности школьников по решению интегративных контекстных заданий использованы четыре уровня методологического знания [156].

На *философском уровне*, определяющем общие регулятивы исследования, в качестве ведущего научного метода использован диалектический материализм. Логика диалектического материализма стала основанием к выделению противоречий в формировании ЕНГ и способов их разрешения через основные законы диалектики. Основное противоречие между интегративным характером естественнонаучной грамотности как ожидаемого результата и относительной изолированностью школьного предмета химия в основной школе обуславливает особенности изучаемого процесса формирования ЕНГ и выступает как дви-

жающая сила его развития. Единство процесса формирования ЕНГ и фрагментарность осуществления междисциплинарных связей в практике преподавания химии; целостность естественнонаучной картины мира и самостоятельность предмета химии; единые требования к организации учебного процесса и достижению образовательных результатов в основной школе и личностные (индивидуализированные) проявления сформированности ЕНГ служат проявлениями диалектического закона единства и борьбы противоположностей. Также диалектическая логика проявлялась на уровне разрешения противоречий: в начальной школе у ребенка формируется осознание его целостности окружающего мира в едином предмете «Окружающий мир», с переходом на ступень основного образования взамен появляются отдельные естественнонаучные предметы (первое отрицание), которые в результате реализации предлагаемой методической системы будут способствовать формированию ЕНГ как интегрированного результата (второе отрицание).

На общенаучном уровне использован системный подход.

Для современного образования, в том числе и естественнонаучного [6, 78; 79; 151], характерен системный подход к организации обучения, формированию целевых ориентиров, выработке критериев достижения результатов, в этой связи особенно актуальным выступает построение методической системы формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе как основы организации обучения.

Правомерно предположить, что, как и всякая система, методическая система формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий обладает свойством эмерджентности, то есть совокупность ее свойств не сводится к сумме свойств ее компонентов, а проявление ее свойств возможно лишь при взаимодействии элементов. При этом изученность свойств какого-либо одного компонента системы, например, целевого компонента, не позволяет сделать обоснованный вывод о свойствах другого, например, результативного компонента. В то же время изменение свойств

одного компонента неизбежно повлечет изменение другого. При построении методической системы учитывались не только внутренние связи системы, но и внешние, в частности с системами обучения химии, системами национальной и международной оценки образовательных достижений учащихся и т.д.

На *конкретно-научном уровне* (уровень теории и методики обучения химии) использованы интегративный и компетентностный подходы.

Интегративный подход, подробно описанный в главе 1, параграф 1.2, предусматривает, что формирование ЕНГ в условиях монопредметного обучения химии в процессе освоения предметного химического содержания осуществимо через: организацию межпредметных связей содержания химии с иными учебными дисциплинами и условий для овладения обучающимися общенаучными методами естественнонаучного исследования, частнонаучными методами химии, а также через формирование представлений о практической значимости химии в повседневной жизни и трудовой деятельности.

Компетентностный подход в исследовании использован при обосновании целевого, процессуально-деятельностного и результативно-оценочного компонентов методической системы формирования функциональной естественнонаучной грамотности.

Компетентностный подход в общем образовании развивается в отечественных исследованиях начиная с разработки образовательных стандартов 2002 года. Действующий ФГОС ООО использует понятие компетенций в контексте требований к результатам освоения образовательной программы [140]. Важным фактором выбора компетентностного подхода стало и то, что данный подход, согласно А.А. Вербицкому, не реализуем в полной мере в рамках традиционного обучения, а требует принципиально другой организации обучения [36].

В Международной программе по оценке образовательных достижений учащихся также использован компетентностный подход в оценивании способности школьников применять приобретенные полученные знания и умения в конкретных жизненных ситуациях, это программу называют «тестом на компе-

тентность» [173]. Компетентностный подход коррелирует с концепцией системы образовательных результатов ФГОС, поскольку в обоих случаях предполагается самостоятельная поисковая и познавательная деятельность обучающихся, приобретение умений в области работы с информацией. Отметим, что в общем образовании формируются и проверяются образовательные (учебные) компетенции, которые лишь моделируют реальные ситуации жизни; это отличает их от компетенций в трудовой сфере, где они понимаются как наличие тех или иных качеств и умений для определенной профессиональной деятельности.

Принципиально значимой характеристикой компетентностного подхода является деятельностный характер компетенций. Компетенция формируется и выражается через деятельность обучающегося, чтобы превратиться в компетентность, выступающую характеристикой личности. В практической реализации методической системы формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий это обусловило акцент на практическое применения знаний и методов исследования естественнонаучного исследования в модельных ситуациях, обоснование и разработку методов и средств формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе.

На текущий период в системе школьного обучения инерционно формируются преимущественно академические знания. Рабочие учебные планы по химии базируются на системе академических, основополагающих понятий соответствующей науки, предполагают усвоение обучающимися основных законов и теорий, однако практически не затрагивают вопроса прикладного применения полученных академических знаний. Практические и лабораторные работы в курсе химии, предусмотренные учебными планами, направлены, преимущественно, на закрепление теоретических знаний и овладение отдельными методами исследования из области науки (например, умение определять показатель рН раствора). В существующих комплексах заданий на функциональную грамотность (электронном банке заданий для оценки функциональной грамотности, ОГЭ, ВПР, задачниках рекомендованных УМК, сборниках заданий по ЕНГ) не достаточно представлены задания по химии прикладного характера,

которые обеспечивали бы организацию обучения химии на протяжении всей реализации федеральной образовательной программы по химии. Как отмечает П.А. Оржековский, целью таких заданий зачастую является желание «повысить результаты международного тестирования»[102], а не решение проблем развития школьника.

Организация образовательной деятельности при указанных условиях приводит к тому, что даже при наличии глубоких и системных знаний по химии обучающиеся не вполне представляют себе их практическое значение, возможности применения в быту, в повседневной жизни, значимость для отдельных видов человеческой деятельности, а равно и возможности собственной профессиональной ориентации в области естественнонаучного исследования. Последнее снижает возможности участия подрастающего поколения в развитии и внедрении инноваций — значимом направлении развития общества и государства, поскольку большинство инноваций формируются именно на стыке математики, инженерных специальностей и естественнонаучных исследований.

Таким образом, содержательный компонент методической системы формирования ЕНГ базируется на интегративном подходе, целевой — на компетентностном подходе, для моделирования процессуально-деятельностного и результативно-оценочного компонентов использованы оба подхода.

Технологический уровень методологии представлен задачным подходом и методиками сбора эмпирических данных при изучении состояния проблемы формирования естественнонаучной грамотности (беседы, опросы, интервью, анкетирование), методами их статистической обработки и графического представления; моделированием методической системы формирования естественнонаучной грамотности, процедурами разработки содержания и методик конструирования интегративных контекстных заданий, обучения их решению, оценивания уровня сформированности ЕНГ, техникой формирующего и контрольного эксперимента.

Задачный подход рассматривается как подход, который учитывает элементы традиционного и деятельностного подходов. При реализации задачного

подхода обучающимся предлагается не «готовое знание», а определенная задача или ситуация, в ходе решения которой обучающийся приобретает личностно-значимое знание. Особенность состоит в том, что задача основана на изученном ранее материале, знакомой обучающимся информации, но при этом содержит элемент новизны в части выполняемой при решении деятельности [7; 78]. Так, например, Л.А. Ларченкова отмечает, что решение учебных задач побуждает обучающихся к поиску новой информации, необходимой для получения ответа, развивает методологические знания и исследовательские навыки обучающихся, формирует опыт преодоления психолого-познавательных барьеров [80].

Н.Д. Андреева, рассматривая проблемы формирования универсальных учебных умений и способов деятельности у обучающихся средней школы [6; 7], отмечает, что формирование умений осуществляется через освоение определённого способа деятельности при решении учебных задач. И.И. Воробьевым [38], Е.В. Губановой [45], В.В. Гузеевым [46], А.С. Кондратьевым, А.В. Ляпцевым, Л.А. Ларченковой [76] показана эффективность задачного подхода в обучении. Возможности организации образовательной деятельности на основе решения задачи рассматривают Н.Ф. Романцова, Т.Н. Кочеткова, О.А. Ефиц [126]. К.Е. Егорова, А.Н. Наумова рассматривают ситуационные задачи как одно из средств актуализации знаний на уроках химии, которое служит для постановки обучающимися цели урока приобретения новых знаний [51]. Н.В. Жулькова, Г.М. Чернобильская рассматривают возможности использования задачного подхода при обучении химии на этапе проверки освоения изученного материала. При организации соответствующей деятельности обучающимся предлагается задача по изученному материалу с элементами новизны разного уровня сложности, которая позволяет на базовом уровне – закрепить изученный материал, а на повышенном – сформировать ряд дополнительных умений [57]. Н.С. Пурышева, О.А. Крысанова указывают, что решение ситуационных задач позволяет адаптировать содержание учебного материала (на примере содержания

физики) с образовательными потребностями современных обучающихся, их возрастными особенностями, интеллектуальными возможностями [125].

Д.А. Король отмечает эффективность обучения в форме решения задач для развития творческих способностей обучающихся [72]. Аналогичные возможности задачного подхода рассматривает и П.А. Оржековский [104].

Л.А. Мельникова, О.Н. Попова отмечают, что через решение задач (при организации соответствующей деятельности обучающихся) возможно сделать акцент на наиболее значимых элементах содержания изучаемого материала [93]. А.Ю. Пентин, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова рассматривают возможности образовательной деятельности по решению задач как средства для оценивания результатов обучения [113].

О.А. Крысанова, В.С. Белова, при представлении комплексного анализа направлений исследований в области формирования у обучающихся естественнонаучной грамотности, указывают, что применение таких форм образовательной деятельности, как деятельность по решению задач, которая основана на задачном подходе, является одним из приоритетных направлений педагогических исследований [75].

В настоящем исследовании задачный подход нашел применение в опытно-экспериментальной работе в виде реализации отдельных методов, форм организации образовательной деятельности или приемов.

Ведущей идеей методической системы стала идея формирования ЕНГ на основе организации учебной деятельности школьников по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе.

В основе реализации ведущей идеи лежат принципы межпредметности, систематичности, метапредметности и активизации познавательной деятельности.

Принцип *межпредметности* реализуется при отборе элементов интегрируемого содержания в курсах биологии, физики, химии, конструировании ситуационных и контекстных задач. Установление межпредметных связей, как справедливо указывает Г.И. Вергелес, усиливает такую важную характеристику

знаний как системность, ориентируя школьника на использование междисциплинарных методов изучения объектов [37, с.36].

Принцип *систематичности*, смысл которого заключается в упорядоченности представления нового знания ученикам, взаимосвязи, последовательности, так, чтобы изучение нового опиралось на ранее изученное, использовался при определении места интегрированных уроков формирования ЕНГ. С этой целью нами было проанализировано содержание обучения биологии, физике и химии и выбрано в учебном плане время для проведения интегрированных уроков формирования ЕНГ, где предметом-интегратором является химия.

Принцип метапредметности задает ориентир конструировании средств формирования ЕНГ — интегративных контекстных заданий. При конструировании заданий особое внимание обращается на то, чтобы анализируемая школьником информация и совершаемые при решении учебные действия имели надпредметный характер и позволяли объединить в систему разрозненные знания, полученные в рамках изучения предметных дисциплин естественнонаучного цикла (биологии, физики, химии, и т.д.), и обобщить их на более высоком уровне.

С данными принципами тесно взаимосвязан и *принцип ситуативного обучения*, заимствованный из теории эвристического обучения, который подразумевает решение интегративных контекстных заданий в форме модельных практических задач или проблем, результаты решения которых представлены как самостоятельные исследовательские работы и/или учебные проекты. Результат решения таких заданий использован в качестве средства оценки динамики развития ЕНГ.

Теоретическими основаниями методической модели формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий стали исследования по мониторингу и формированию функциональной грамотности при обучении естественнонаучным предметам; теория дидактической эвристики, концепция кон-

текстного обучения, а также исследования по методике обучения биологии, физики и химии в основной и средней школе.

Теория дидактической эвристики А.В. Хуторского [148], согласно которой обучающийся совместно с педагогом «генерирует» новые знания, что позволяет не только усваивать их более эффективно, в отличие от традиционного обучения, в котором знания обучающийся «получает в готовом виде», но и формировать личную информационную картину мира обучающихся.

Теория контекстного обучения А.А. Вербицкого изначально разрабатывалась как концепция высшего образования, где обучение строилось на ситуативных профессиональных задачах, которые отражали контекст будущей трудовой деятельности специалиста [35]. Однако базовые положения концепции успешно используются и в основной школе [36]. В этом случае ситуативные задачи являются не профессиональными, а практическими, представляя собой, по словам Н.А. Рыбакиной «проблемную ситуацию предметного и социально-коммуникативного характера» и сочетая «научные знания и контекст их практического использования» [128], решение которых с опорой на усвоенное учебное содержание и универсальные способы действия приводит к усвоению содержания на уровне личностного смысла [36].

Методологические и теоретические основания методической системы формирования ЕНГ обусловили специфику предлагаемой образовательной деятельности обучающихся на уроках химии — работа с описаниями реальных жизненных ситуаций, научных экспериментов и их интерпретаций при решении интегративных контекстных заданий.

2.2. Моделирование методической системы формирования естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии в основной школе

Под методической системой, опираясь на труды В.И. Загвязинского, Л.В. Занкова, А.М. Новикова [59, 61, 99,100], мы понимаем систему взаимосвязанных элементов, среди которых можно выделить такие, как: субъекты взаимо-

действия (педагог, обучающиеся и иные субъекты), цель их взаимодействия, содержание обучения, в том числе, интегративные контекстные задания, результат, методы и формы взаимодействия субъектов).

Моделирование методической системы формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе основывалось на результатах теоретического исследования, изложенных в главе 1, а также результатах констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы, приведенных в главе 3. При моделировании методической системы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии мы опирались на следующие *концептуальные положения*:

1. ЕНГ представляет собой *интегративный* образовательный результат, выражающийся в умении объяснять с естественнонаучной точки зрения наблюдаемые в повседневной жизни явления и процессы, использовать знания и методы естественнонаучного исследования при решении прикладных задач и проблем, а также осуществлять самооценку и рефлексию соответствующей деятельности, в то время как в предметных курсах целевым ориентиром выступает формирование у обучающихся преимущественно предметных образовательных результатов — формирование системы знаний и способности применения методов исследования *в области конкретной науки* (например, химии), без формирования представлений о возможности использования этих знаний и методов при изучении объектов другой науки (например, биологии или физики).

2. Формирование ЕНГ должно быть включено в освоение предметного знания при изучении химии, поскольку изучение химии как учебного предмета, отражающего дидактически адаптированное содержание научных знаний по химии, способствует формированию и развитию компетенций ЕНГ, в том числе, как указывает федеральная рабочая по химии, «умений объяснять и оценивать явления окружающего мира, используя знания и опыт, полученные при изучении химии, применять их при решении проблем в повседневной жизни и трудовой деятельности» [142].

3. Для формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе, помимо предметного и метапредметного содержания, должны быть выделены элементы содержания обучения, общие или близкие с биологией, физикой, составляющие основу для реализации межпредметных связей. Отбор, структурирование учебного материала химии, биологии, физики с целью его интеграции отражает принцип *межпредметности*.

4. Определение расположения (места) интегрируемого содержания, в рабочих программах химии так, чтобы используемые в нём дидактические единицы изучались в предметных курсах параллельно или до урока, где оно будет использована, отражает принцип *систематичности* формирования ЕНГ.

5. Предметное или межпредметное содержание должно быть представлено в виде интегративного контекстного задания, при решении которого ранее освоенные элементы предметных знаний и умений актуализируются и применяются к объектам и ситуациям меж- и метапредметного содержания. Примером таких задач являются задания, применяемые для оценивания функциональной грамотности. Конструирование базируется на принципе *метапредметности* и основных положениях теории контекстного обучения.

6. Процесс решения интегративных контекстных заданий школьниками под управлением учителя базируется на принципе *активизации обучения* и основан на общих положениях теории дидактической эвристики, связан с применением универсальных методов познания (анализ, синтез, сравнение); методов естественнонаучного исследования (наблюдение, эксперимент); навыков работы с информацией (избирательный поиск и творческая деятельность, работа с разными формами представленной информации).

7. ЕНГ проявляется в способности к решению интегративных контекстных заданий на основе предметных по химии и межпредметных знаний и умений биологии, физики, а также метапредметных умений и ценностных отношений. Сформированность ЕНГ оценивается на основе аксиологического, когнитивного, деятельностного и рефлексивного критериев.

Модель методической системы представлена на рисунке 1.

Деятельность преподавателей	Теоретико-методологические основания					Деятельность обучающихся	
	Ведущая идея: Формирование естественнонаучной грамотности на основе организации учебной деятельности школьников по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии						
	Методические подходы Интегративный. Компетентностный, Задачный.	Теоретические основания Исследования по теории и методике обучения химии в школе. Теории дидактической эвристики и контекстного обучения.			Принципы Межпредметности. Систематичности. Метапредметности. Активизации познавательной деятельности.		
	Целевой компонент						
	Цель: Формирование ЕНГ школьников на уроках химии в основной школе через структурирование содержания и процесса обучения химии на основе учебной деятельности школьников по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии						
	Содержательный компонент						
	Содержание обучения химии (ФОП по химии)	Межпредметные связи: химии и физики, химии и биологии (содержание)	Метапредметные умения по организации естественнонаучного исследования.	Ценностные ориентиры взаимодействия общества и природы	Интегративное контекстное задание как структурный компонент организации обучения химии		
	Организационный компонент						
	1. Подготовительный этап: разработка (подбор) интегративного контекстного задания, с учетом этапа реализации ФОП по химии; 2. Основной этап: Проведение урока химии, организованного при включении в один из этапов урока деятельности по решению интегративного контекстного задания						
	Процессуально - деятельностный компонент						
	Методика обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ 1. Работа с контекстом. Методы: эмпатии (вживания) и смыслового видения, конструирования теорий. Приемы: пересказ, выявление ключевых и вспомогательных фактов («тонкие и толстые вопросы», «кластер» и др. 2. Работа с условием и решение, <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> Задачи на анализ информации. Методы: перебора (ошибок), синтетический метод. Приемы: исключение неправдоподобных ответов, эвристические вопросы, карточки </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> Задачи на преобразование информации. Методы: аналитический, работа с таблицами, схемами, графиками, рисунками. Приемы: упражнения на декодирование и кодирование информации. «задачи с секретом», эвристические вопросы, «выбирай условия», «графический дневник», «общий график». </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> Задачи на конструирование способа получения информации. Методы: исследовательский, проектный, аналитико-синтетический, метод гипотез. Приемы: наводящие вопросы, «кластер». </div> 3) Контроль и рефлексия. Методы: метод контроля, конструирования теорий Приемы: «рефлексивные вопросы», «карта самодиагностики».						
	Средства. Интегративные контекстные задания, разрабатываемые педагогами						
Результативно-оценочный компонент							
Критерии сформированности ЕНГ (аксиологический, когнитивный, деятельностный, рефлексивный). Критериальная методика оценивания уровня сформированности ЕНГ.							

Рисунок 1 – Теоретическая модель методической системы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии

Функционирование методической системы формирования естественнонаучной грамотности, на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе осуществляется за счет взаимодействия компонентов (целевого, содержательного, организационного процессуально-деятельностного, результативно-оценочного) между собой и внешними системами различной степени общности и конкретизации (системой основного общего образования, системами обучения химии, системой государственной оценки итогов освоения основного среднего общего образования, системами национальной и международной оценки образовательных достижений учащихся и другими).

Поскольку ведущая идея методической системы содержит отсылку к интегративным контекстным заданиям, эти задания выступают основным средством обучения, вокруг них строится учебная деятельность, и они выступают средством оценивая ЕНГ, считываем необходимым в первую очередь раскрыть данное понятие.

Интегративные контекстные задания

Тезаурус исследований функциональной грамотности включает термины «задания для оценки естественнонаучной грамотности», «задания для формирования и оценки функциональной грамотности», «задания PISA». Во всех случаях речь идет о формате заданий, предлагаемых в международном исследовании.

Под интегративными контекстными заданиями мы понимаем задания, которые конструируются и используются учителями и исследователями вне мониторинговых исследований, для формирования и оценивания уровня сформированности естественнонаучной грамотности школьников, а также для выявления достижений или дефицита учебных умений [42]. Интегративные контекстные задания, используемые для формирования ЕНГ при обучении химии, основаны на предметных знаниях и умениях по химии, с учетом содержания изучаемого материала, с привлечением межпредметного содержания с биологией и физикой, единого для естественных наук научного метода познания, в

интересных, доступных, опирающихся на бытовой или учебный опыт прикладных проблемных ситуациях, формирующих личностный смысл обучения. Такие задания состоят из нескольких объединенных общим контекстом задач, направленных на одну их проверяемых компетенций, при решении которых выявляется значимость предметных знаний по химии и межпредметных знаний для объяснения наблюдаемых в повседневной жизни явлений и процессов, применяются элементы естественнонаучного исследования и метапредметные умения, проявляется ценностное отношение к взаимодействию общества и природы, и осуществляется самооценка и рефлексия соответствующей деятельности на основе представлений о ценности и роли естественнонаучных знаний для личности, общества и государства.

Используя термин «задание», мы ориентировались на широкое понимание задания как предписания к действиям (Л.М. Фридман), своеобразного «поручения», и более узкого понимания задачи (учебной познавательной задачи) как задания, имеющего конкретную цель. Например, домашнее задание — решить три задачи (ответить на вопросы в конце параграфа, сделать упражнение и т.п.)

В основе задания лежит контекст, то есть описание конкретной ситуации, которая может быть глобального, национального или локального масштаба. В сборниках заданий по функциональной грамотности она часто обозначается как «стимул». В качестве дополнения контекст может содержать необходимую для решения информацию из изученного ранее и/или справочную информацию. Наличие ситуации — контекста применения знаний обуславливает возможность отнесения задач к контекстным. Кроме того, в аспекте требований ФГОС эта часть условия задачи является элементом мотивации к уроку.

Интегративный характер заданий выражается в необходимости применения знаний и способов действий из разных областей и специфических методов естественнонаучного исследования. Кроме того, формируемые при решении такой задачи знания и умения также носят межпредметный и метапредметный характер. В частности, при решении задачи о закисленной почве в огороде

(полностью приведена в параграфе 2.5.), обучающиеся получают, актуализируют, используют представления о почве, растениях и условиях их произрастания, удобрениях (знания из области биологии) и химических веществах и реакциях.

Контекстный характер заданий обусловлен не только тем, что задание составлено на основе контекста — конкретной практической ситуации, которая возникала или может возникнуть в жизни каждого человека (локальный контекст) региона или мира (региональный и глобальный контекст), но и тем, что в процессе решения обучающиеся осуществляют учебные действия на основе осмысления и анализа контекста, связывая академическую учебную деятельность с деятельностью в социуме и природе. Именно наличие контекста обуславливает возможность явного и яркого проявления ценностных отношений. В повседневной жизни, вне рамок школы, обучающиеся сталкиваются именно с такой «контекстной информацией», и именно умение объяснить и представить ее с научной точки зрения, сделать выводы, спрогнозировать развитие ситуации и подразумевает применение тех умений, которые составляют ЕНГ.

Таким образом, под интегративными контекстными заданиями для формирования ЕНГ мы понимаем задания, сконструированные по методологии международных и национальных исследований функциональной грамотности, состоящие из описания конкретной ситуации и трех задач, при решении которых выявляется значимость предметных по химии и межпредметных знаний для объяснения наблюдаемых в повседневной жизни явлений и процессов, применяются элементы естественнонаучного исследования и метапредметные умения, проявляется ценностное отношение к взаимодействию общества и природы, и осуществляется самооценка и рефлексия соответствующей деятельности на основе представлений о ценности и роли естественнонаучных знаний для личности, общества и государства.

Содержательный компонент включает взаимосвязанные субкомпоненты:

1. Предметные знания и умения по химии, согласно требованиям Федеральной образовательной программы по химии.
2. Межпредметные связи химии с иными учебными предметами, а именно: межпредметные связи химии и физики, химии и биологии.
3. Метапредметные умения по организации естественнонаучного исследования.
4. Ценностные ориентиры взаимодействия общества и природы
5. Интегративное контекстное задание как структурный компонент организации обучения химии.

Подробное описание содержательного компонента представлено в параграфе 2.3

Организационный компонент методической системы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии не предполагает внесения существенных изменений в образовательный процесс школы. Формирование ЕНГ осуществляется в условиях классно-урочной образовательной деятельности в учебных планах линейного курса «Химия», с привлечением включаемого в интегративные контекстные задания с привлечением включаемого в интегративные контекстные задания межпредметного содержания по биологии и физике. Особенностью организации обучения является систематическое решение интегративных контекстных заданий на уроках химии. Преимуществом таких заданий является сопряженность с изучаемым на уроке текущим материалом, а также связь с бытовыми, практическими ситуациями, что ограничено предусмотрено при изучении раздела «Химия и жизнь» на уроках химии.

Уроки проводятся учителем химии. Подготовка к уроку при необходимости сопровождается консультацией методиста, а при разработке интегративных контекстных заданий с включением отдельных элементов содержания предметов «Физика», «Биология», также консультациями соответствующих учителей-предметников. Организация обучения химии на основе учебной деятельности

школьников по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии предусматривает два этапа работы:

1. Подготовительный этап: разработка педагогом по предлагаемой автором методике (алгоритму) конструирования интегративных контекстных заданий (методика конструирования заданий, предложенная автором, представлена в параграфе 2.4), либо подбор интегративного контекстного задания из тренажеров «Естественнонаучная грамотность» [54; 55; 56], заданий из электронных образовательных систем ФГИС «Моя школа», «Российская электронная школа», в частности Электронного банка заданий для оценки функциональной грамотности <https://fg.reshe.edu.ru/>, банка заданий на сайте Министерства просвещения <https://media.prosv.ru/fg/> и т.п. с учетом этапа реализации федеральной образовательной программы по химии.

2. Основной этап: проведение урока химии, организованного при включении в один из этапов урока деятельности по решению интегративного контекстного задания.

Организация обучения химии на основе учебной деятельности школьников по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии, таким образом, основана на решении интегративных учебных заданий и изучения конкретной прикладной проблемы в части возможностей использования полученных знаний в повседневной жизни, будущей учебной и профессиональной деятельности. Задания указанного формата учитель может выбрать из банка заданий для оценки функциональной грамотности или сконструировать самостоятельно.

Примерная программа реализации интегративных контекстных заданий представлена в Приложении 4.

Процессуальный компонент методической системы включает средства (интегративные контекстные задания), методику их конструирования педагогом и методику обучения их решению. Методика конструирования заданий представлена в параграфе 2.4. Методика обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ, организации деятельности

обучающихся на основе включения таких заданий в различные этапы урока, приведена в параграфе 2.5.

Результативно-оценочный компонент методической системы предусматривает прикладную реализацию принципа текущего контроля на основе:

1. разработанных в ходе исследования критериев сформированности функциональной естественнонаучной грамотности (аксиологический, когнитивный, деятельностный, рефлексивный);

2. методики оценивания уровня сформированности естественнонаучной грамотности;

Методика оценивания уровня сформированности функциональной естественнонаучной грамотности описана в разделе 2.6.

2.3 Содержание формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии

При определении содержательного компонента мы исходили из рабочего определения ЕНГ, в котором выделялись умение объяснять с естественнонаучной точки зрения наблюдаемые явления и процессы, использовать знания и методы естественнонаучного исследования, а также осуществлять самооценку и рефлексию соответствующей деятельности.

Очевидно, что без знаний основных понятий и законов естественнонаучных предметов в принципе невозможно объяснить что-либо с естественнонаучной точки зрения, или использовать их при решении проблем. Основные предметные знания и умения по химии (биологии, физике), которыми должны овладеть учащиеся основной школы, определяются действующими Федеральными образовательными стандартами основного общего образования (ФГОС ООО-2021) по соответствующим предметам и обязательным минимумом содержания основных образовательных программ (ФОП ООО), и реализованы в соответствующих рекомендованных УМК .

Отметим, что предметное содержание биологии, физики, химии не полностью совпадает с так называемой содержательной областью ЕНГ сравнительных исследований, где использован концептный подход с метаконцептами «Физические системы», «Живые системы», «Земля и космические системы» [112]. Пожалуй, только концепт «Живые системы» (клетка, концепция организма, человек, популяции, экосистемы, биосфера) так или иначе соответствует предметному содержанию биологии с добавками химии и физики. Концепт «Физические системы» (структура и свойства вещества, химические превращения, движения и силы, энергия, взаимодействия вещества и энергии) — это преимущественно химия и физика. Концепт «Земля и космические системы» (структура Земли, энергия на Земле, история Земли, Земля в космосе, история и масштаб вселенной) собирает содержание географии, физики, астрономии, экологии. Проблемой для учителя-предметника, особенно делающего первые шаги в работе с естественнонаучной грамотностью, становится соотнесение предметного содержания с концептом.

Межпредметные знания и умения. Особенности естественнонаучного исследования. В рабочих программах по химии (биологии, физики) за 7-9 класс до 2021 года (до принятия ФГОС ООО-2021) представлены такие целевые ориентиры, как формирование представлений о взаимосвязи естественнонаучных знаний, связи изучаемой области научных знаний с другими областями. Так, например, в программе по химии в качестве образовательной деятельности обучающихся указаны такие виды как «устанавливать межпредметные связи биологии и химии», в частности «описывать химический состав живой клетки», «описывать роль химических веществ в клетке», «описывать роль классов химических соединений для живых организмов» и др.

В рабочих программах, разрабатываемых педагогами индивидуально, на основе УМК можно отметить упоминание о межпредметных связях, например, в разработанной программе педагога А.А. Сагателян (школа № 25 г. Пятигорска) по химии <https://infourok.ru/rabochaya-programma-po-himii-8-9-klass-5385235.html>, представлен раздел «Межпредметные связи», а также содержится

перечень тех понятий, которые должны отражать межпредметные связи, например, (биология — дыхание, фотосинтез, биосфера и др.; физика — атом, молекула, газ, вещества и др.; география — атмосфера, минералы, топливо, водные ресурсы)

При этом, ни в рабочей программе УМК, ни в разработанной педагогом не раскрывается образовательная деятельность (действия педагога и обучающихся) при установлении межпредметных связей, а также не указываются методы и средства работы для достижения указанной цели. В связи с этим, правомерно предположить, что организация соответствующей деятельности — установления межпредметных связей при преподавании курса биологии, физики или химии с иными науками, фактически остаётся на усмотрение педагога. Это усложняет процесс его методической работы, поскольку требует внесения изменений в образовательную деятельность, что затруднительно в условиях достаточно строго регламентированного учебного плана.

ФГОС-2021 выделил межпредметные связи при изучении предметов в отдельный пункт. Так, в этой связи выделяются общие естественно-научные понятия («научный факт, гипотеза, теория, закон, анализ, синтез, классификация, периодичность, наблюдение, эксперимент, моделирование, измерение, модель, явление») и понятия, являющихся системными для отдельных предметов, например, материя, атом, электрон, протон, нейтрон, ион, молекула, электрический заряд, вещество, тело, объём, агрегатное состояние вещества, газ).

Таким образом, как в основных программах, так и программах, которые разрабатывают на их основе педагоги-практики, отмечается необходимость установления межпредметных связей между естественными науками в ходе предметных курсов, перечисляются и те понятия, на основе которых содержание предметных курсов подлежит интеграции, однако не представлено конкретных форм, методов и средств деятельности.

Известна типология межпредметных связей:

– синхронные, когда материал подлежит изучению практически одновременно в разных предметах,

- ретроспективные, когда обращаются к ранее изученному в другом предмете материалу,
- опережающие, когда учитель апеллирует к пока не изученному материалу другого предмета.

В предметных методиках содержание представляют в виде дидактических единиц, представляющих собой отдельные относительно самостоятельные элементы содержания. Нами предпринята попытка найти межпредметные связи в части общности знаний и методов исследования между дидактическими единицами в соответствии с последовательностью обучения химии, физики и биологии в 7-9 классах с тем, чтобы далее интегрировать их в как средства формирования естественнонаучной грамотности школьников.

Для этого мы составили таблицу распределения дидактических единиц по классам и четвертям обучения химии, физике и биологии в 7-9- классах, учитывалось пропедевтическое обучение химии в 7 классе; за основу взяты распространенные УМК: линии Пасечника по биологии [27], А.В. Перышкина по физике [144], О.С. Gabrielyana по химии [146]. Полностью распределение дидактических единиц приведено в приложении 2, а в таблице 5 приведен ее сокращенный фрагмент для 8 класса. Жирным шрифтом в таблице выделены названия разделов, а курсивом несколько примеров межпредметных связей.

Таблица 5

Примерное распределение дидактических единиц по четвертям обучения физике, химии и биологии в 8 классе.

Биология	Физика	Химия
1 четверть		
Общие сведения о мире животных. Строение тела животных. Подцарство Простейшие, или Одноклеточные. Тип Кишечнополостные. Типы Плоские черви, Круглые черви Кольчатые черви.	Первоначальные сведения о строении вещества. Молекулы. Броуновское движение. Строение твердых тел. <i>Кристаллические и аморфные тела</i> Механические свойства жидкостей, газов и твердых тел. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Закон Архимеда. Строение твердых тел. Кристаллические и аморфные тела.	Вещества. Методы познания в химии: наблюдение, эксперимент, моделирование. Химические формулы. Атомы химических элементов. <i>Состав атомных ядер: протоны, нейтроны. Изотопы. Строение электронных уровней атомов.</i> Химическая связь. Простые вещества. Металлы. Не-

		галлы.
2 четверть		
Тип Членистоногие. Тип Хордовые: бесчерепные, рыбы. Класс Земноводные, или Амфибии.	Тепловые явления. Температура. Шкала Цельсия. Абсолютная шкала температур. Первый закон термодинамики. Изменение агрегатных состояний вещества. Зависимость температуры кипения от давления. Влажность воздуха.	Количество вещества. Моль. Соединения химических элементов. Степень окисления и валентность. Оксиды: Основания. Понятие об индикаторах и качественных реакциях. Кислоты. Соли. <i>Аморфные и кристаллические вещества.</i> Чистые вещества и смеси.
8 класс 3 четверть		
Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии. Класс Птицы.	Тепловые свойства газов, жидкостей и твердых тел. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей. Принципы работы тепловых машин. Электрические явления. Электрический заряд. <i>Строение атома. Электрон и протон.</i> Электрическое поле. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Электрический ток. Источники постоянного электрического тока. <i>Носители свободных электрических зарядов в металлах, электролитах, газах и полупроводниках.</i> Действия электрического тока: тепловое, химическое, магнитное.	Изменения, происходящие с веществами. Разделение смесей. Химические явления. Условия и признаки протекания химических реакций. Химические уравнения. Реакции разложения, соединения, замещения, обмена, нейтрализации. Понятие о скорости химической реакции и катализаторах. Ряд активности металлов. Понятие о гидролизе. Свойства растворов электролитов <i>Электролитическая диссоциация. Классификация ионов и их свойства.</i> Молекулярные и ионные уравнения реакций.
8 класс 4 четверть		
Класс Млекопитающие, или Звери. Развитие животного мира на Земле. Учение Ч. Дарвина об эволюции. Современный мир живых организмов. Биосфера.	Электрическая цепь. Сила тока. Напряжение. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка цепи. Работа и мощность электрического тока. Счетчик электрической энергии электрической энергии в быту, природе и технике.	Кислоты. Электрохимический ряд напряжений металлов Основания. Оксиды. Соли. Генетическая связь между классами неорганических веществ. Окислительно-восстановительные реакции.

Так, кристаллические и аморфные вещества изучаются в физике (1 четверть) и химии (2 четверть) — возможна реализация ретроспективных межпредметных связей на интегрирующем уроке химии или опережающих на интегрированном уроке физики; аналогичная ситуация с составом и строением ато-

ма — в химии (1 четверть) и физике (3 четверть); носители электрического заряда в физике электроны и в химии ионы изучаются синхронно в 3 четверти. Из курса биологии для межпредметных связей с химией большой потенциал имеет изучение биологии человека, по выбранному нами УМК оно изучается в 9 классе. С химией интегрируется «Химический состав клетки», «Строение костей», «Состав крови», с физикой — «Движение крови по сосудам» (Закон Бернулли, давление в жидкостях и газах), энергетический баланс организма и множество других, особенно с началом изучения органической химии.

Анализируя дидактические единицы, изучаемые в данный момент и изученные ранее в смежных дисциплинах, учитель может опираться на межпредметное содержание и использовать его для формирования ЕНГ и достижения предметных результатов урока-интегратора. Здесь очень важно согласование содержания, чтобы дидактические единицы вспомогательных предметов не «обгоняли» программу основного урока. Конечно, возможен вариант опережающих межпредметных связей, но опираться на него при решении задач не представляется целесообразным.

Вариативность учебных программ и разнообразие действующих УМК по естественнонаучным предметам не позволяет создать закрытый перечень согласованных по последовательности изучения дидактических единиц, в рамках которых можно вести работу по формированию ЕНГ на основе межпредметных связей, но при учете общего принципа это позволяет каждому педагогу-практику создавать собственный подход к данному процессу.

К межпредметным умениям содержательного компонента методической системы мы относим типичные для естественных наук исследовательские: 1) умения, связанные с построением теоретического знания (выдвижение гипотезы, постановка целей и задач исследования; выбор способов проверки гипотезы; обработки и представления полученных данных, оценка достоверности полученных результатов и выводов, аргументация, идеализация, формализация, классификация), 2) умения, связанные с построением эмпирического знания (использование лабораторного оборудования, проведение наблюдений и изме-

рений, способы повышения его достоверности, фиксация, обработка и представление полученных данных, формулирование выводов).

Межпредметные умения тесно связаны с методами естественнонаучного познания. Вопросы включения естественнонаучных методов познания рассматривались в контексте межпредметных связей в обучении физике (Н.Е. Важеевская, Г.М. Голин, Д.А. Исаев, С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, В.Г. Разумовский, Г.П. Стефанова, Н.В. Шаронова, А.В. Усова, и др.), химии (Н.Е. Кузнецова, П.А. Оржековский, М.С. Шалашова), биологии (Н.А. Заграничная, И.Ф. Маркинов, Л.Е. Осипенко, Л.А. Паршутина, А.И. Тишурова) О.А. Иванова, И.Р. Новик) и обобщены в диссертационном исследовании Ж.В. Беляевой [24]. Автором [24] выделены четыре основных метода познания в естествознании: наблюдение, эксперимент, моделирование и классификация.

Отметим, что межпредметность содержания не является единственным и обязательным условием формирования ЕНГ на каждом уроке, этот процесс возможен и реализуем в рамках содержания отдельного предмета («функциональная грамотность учащихся по химии» [155], «химическая грамотность» [86; 95; 117; 118] «Биологическая грамотность» [90; 120; 135]. Это представляется довольно важным в практической деятельности учителя-предметника. Тогда постоянный обязательный поиск межпредметных связей содержания представляется искусственным требованием, и на первый план в формировании ЕНГ выходит предметное и метапредметное содержание, например умение получать, анализировать, переводить информацию из одной формы в другую, интерпретировать данные, применять основные методы познания и логические операции (анализ, сравнение, систематизация, классификация), раскрывать причинно-следственные связи, использовать доказательства, и делать и формулировать соответствующие выводы. В качестве примера можно привести следующее задание.

Пример задания для формирования ЕНГ на основе предметного химического содержания:

Стимул: Древние римляне делали водопроводные трубы из свинца, а позднее люди научились делать трубы из железа. В останках некоторых древних римлян обнаружено высокое содержание свинца. Давайте проведем расследование, как материал водопроводных труб мог влиять на здоровье людей.

Вспомним пройденное: Соединения свинца (Pb), растворимые в воде ядовиты. Согласно медицинской классификации, свинец является ядом кумулятивного действия».

Задача 1 (компетенция «Научное объяснение явлений»). Свинцовые трубы римского водопровода тщательно исследованы. На их внутренней стороне, контактирующей с питьевой водой, быстро образовывался слой карбоната кальция (CaCO_3), так как римляне использовали богатую кальцием воду из подземных источников. Слой карбоната кальция, после образования на трубах, препятствовал проникновению соединений свинца в воду.

Выберете утверждение, которое описывает, насколько долго соединения свинца поступали в водопроводную воду из свинцовых труб?

- A. Постоянно.
 - B. Никогда.
 - C. Когда свинец растворял карбонат кальция.
 - D. Пока трубы водопровода были еще новыми»
- (правильный ответ D).

Задача 2 (компетенция «Понимание особенностей естественнонаучного исследования»). «Предположите, как и почему отразилась на здоровье людей замена свинцовых труб на железные?».

В задаче 2 вопрос открытого типа, обучающимся необходимо обосновать, что использование железа для конструирования труб водопровода было бы безопасным, так как соединения железа, растворенного в воде не ядовиты.

Метапредметные умения. В содержании формирования ЕНГ мы выделяем метапредметные умения; более привычным словосочетанием является «метапредметные результаты», которые ФГОС ООО определяет как освоенные межпредметные понятия и универсальные учебные действия. В данном случае речь идет не о результатах, а о содержательном компоненте методической системы, поэтому вслед за О.В. Петуниным под метапредметными умениями мы будем понимать «освоенные универсальные способы деятельности, применимые как в рамках образовательного процесса, так и в реальных жизненных ситуациях» [119]. В этом определении подчеркнута применимость, то есть прикладной характер метапредметных умений. Метапредметные умения представляют общее содержание учебных предметов «которое обладает потенциалом переноса в измененные условия деятельности на разное предметное содержание» [119].

Основой такого общего содержания должен служить научный метод познания как форма эмпирического и теоретического освоения окружающего мира, возникший по мере развития естествознания и изначально являвшийся методом естественных наук. В этой связи достаточно сложно разделить межпредметные (для биологии, физики, химии) и метапредметные умения.

Тем не менее, мы провели такое разделение на основе подхода ФГОС, относящего к метапредметным 1) познавательные умения, связанные с использованием базовых логических и исследовательских действий, взаимодействием с информацией (поиск, восприятие, перекодирование, сопоставление, выделение существенных признаков, обобщение, структурирование, преобразование, моделирование), 2) регулятивные, связанные с осознанным управлением собственной познавательной деятельностью (цели, задачи, контроль, оценивание), 3) коммуникативные, связанные со взаимодействием с другими субъектами образовательного процесса. Вслед за М.С. Пак мы рассматриваем умения как «личностные способы действий» [111]. Формирование таких умений в контексте универсальных учебных действий подробно обсуждается в методике обучения химии Межпредметные умения перечислены выше.

Ценностные отношения. При определении четвертого компонента содержания формирования ЕНГ мы исходили из представлений о ценностном отношении как устойчивой избирательной связи «субъекта с объектом окружающего мира, когда этот объект, выступая во всем своем социальном значении, приобретает для субъекта личностный смысл, расценивается как нечто значимое для жизни общества и отдельного человека» [16], при этом юный гражданин «осознанно определяет значение для себя определенных явлений действительности» [16].

Выявление ценностных отношений проводили на основе принципов коэволюции, устойчивого развития общества и природы. Принцип коэволюции, выдвинутый биологом Н.В. Тимофеевым-Ресовским, означает совместное развитие человека и природы, в первую очередь имеется ввиду баланс между интересами человека и остальной биосферы, без крайностей смирения перед при-

родой или господства над ней. Концепция устойчивого развития рассматривает три важнейших аспекта: экологический, экономический и социальный, моделируя развитие экономики для удовлетворения потребностей социума не только сегодня, но и в ближайшем будущем, что невозможно без сохранения природных ресурсов.

Формирование ценностных отношений в рамках методической системы направлено на развитие у обучающихся ответственного отношения к:

- процессу изучения естественных наук, стремлению к познанию мира, самообразованию;
- целостности естественнонаучного знания и исследованию отдельных компонентов природы;
- к эффективному и бережному использованию природных ресурсов отдельным человеком и обществом;
- к здоровому и безопасному образу жизни на основе понимания естественнонаучных аспектов взаимодействия общества и природы.

Ценностные отношения в содержании формировании ЕНГ отвечают личностным результатам освоения основной образовательной программы ООО (таблица 6).

Отметим, что ценностные отношения в содержании формировании ЕНГ отражают далеко не все личностные результаты освоения основной образовательной программы ООО, что вполне соотносится с трактовкой ЕНГ как части функциональной грамотности.

Таблица 6

Ценностные отношения в содержании формирования ЕНГ и личностные результаты освоения основной образовательной программы ООО

Ценностные отношения ЕНГ	Личностные результаты по ФГОС ООО-21
к процессу изучения естественных наук, стремлению к познанию мира, самообразованию	ориентация на применение знаний из социальных и естественных наук для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды (п. 42.1.7 ФГОС ООО-21 – Ценности экологического воспитания)
к целостности естественнона-	ориентация в деятельности на современную систему науч-

учного знания и исследованию отдельных компонентов природы	ных представлений об основных закономерностях развития человека, природы и общества, взаимосвязях человека с природной и социальной средой; овладение языковой и читательской культурой как средством познания мира; овладение основными навыками исследовательской деятельности, установка на осмысление опыта, наблюдений (п. 42.1.8 ФГОС ООО-21 Ценности научного познания)
к эффективному и бережному использованию природных ресурсов отдельным человеком и обществом	осознание своей роли как гражданина и потребителя в условиях взаимосвязи природной, технологической и социальной сред; готовность к участию в практической деятельности экологической направленности (п. 42.1.7 ФГОС ООО-21 – Ценности экологического воспитания).
к здоровому и безопасному образу жизни на основе понимания естественнонаучных аспектов взаимодействия общества и природы.	ответственное отношение к своему здоровью и установка на здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиенических правил, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность); осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребление алкоголя, наркотиков, курение) и иных форм вреда для физического и психического здоровья (п. 42.1.5 ФГОС ООО-21 Ценности физического воспитания, формирования культуры здоровья и эмоционального благополучия)

Формирование ценностных отношений также обеспечивает активизацию познавательного интереса обучающихся в рамках реализации методической системы. Это обусловлено тем, что представление о ценности тех или иных знаний и умений формирует стремление усовершенствовать и систематизировать их, с целью последующего практического применения в жизни и будущей профессиональной деятельности.

Отметим, что в литературных источниках естественнонаучную грамотность рассматривают как ценностный ориентир обучения предметам естественнонаучного цикла [41; 42; 135].

Таким образом, в содержательном компоненте методической системы формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий при обучении химии выделены:

1. Предметные знания и умения по химии (биологии, физике).
2. Межпредметные естественнонаучные знания и методы естественнонаучного исследования.

3. Метапредметные умения и особенности (методы) естественнонаучных исследований.

4. Ценностные отношения взаимодействия общества и природы на основе принципов коэволюции, устойчивого развития общества и природы.

Эти составляющие должны быть отражены в содержании интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ при обучении химии.

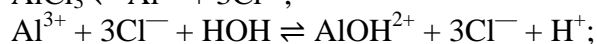
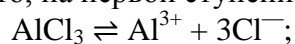
2.4 Конструирование интегративных контекстных заданий для формирования естественнонаучной грамотности при обучении химии

Обычно в принятое в сравнительных исследованиях задание входят три задачи, объединенные единым контекстом, но учитель, составляющий задание для своего урока не целью измерения уровня (оценки), а для формирования ЕНГ, может произвольно изменять число задач в задании в соответствии с целями урока.

Процесс конструирования задания для формирования ЕНГ можно разделить на несколько этапов:

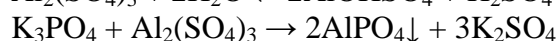
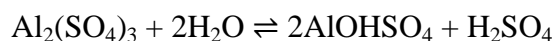
1. *Выделение содержания обучения в виде дидактической единицы школьного предмета, образовательная деятельность в рамках которого будет изменена.*

В нашем примере это тема «Гидролиз солей» в 9 классе, конкретнее – «гидролиз соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой», который рассматривается на примере гидролиза солей алюминия. Гидролиз протекает ступенчато, на первой ступени образуется гидроксохлорид алюминия:



Реакция среды кислая, процесс равновесный.

В частности, примером соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой может служить сульфат алюминия, который применяется для очистки воды. Здесь важным фактом служит равновесность процесса, поскольку гидролиз «обеспечивает» кислую среду, а наличие ионов алюминия — связывание фосфат-иона.



2. *Разработка контекста*, то есть той актуальной проблемы или ситуации, в которой выделенное содержание обучения могло быть востребовано. Педагог определяет практический, прикладной аспект рассматриваемого учебного содержания, и трансформирует его в ситуацию для разработки задания.

В частности, контекст задания может быть:

- личным (личностно-значимая для каждого проблема, например, проблема правильного питания, дозировки лекарств, использования мицеллярной воды для снятия макияжа; организации занятий спортом и др.);
- региональным (например, проблема загрязнения воздуха в городе, проблема влияния химического производства на здоровье жителей региона и др.);
- глобальным (например, проблема загрязнения Мирового океана, дефицита пресной воды).

Важным условием является ограничение контекста по масштабу, что позволит при разработке заданий не смешивать уровни проявления модельной ситуации.

Трансформация прикладного значения в *конкретную ситуацию* должна быть связана с определенным сюжетом, небольшой историей.

Пусть это будет ситуация, где жители села озабочены загрязнением речной воды. В данном случае задача имеет региональный контекст

3. *Определение объема фактического материала* по предмету, который необходим для решения и должен быть освоен обучающимися до решения задания. Это могут быть конкретные факты, закономерности, законы, теории.

В нашем примере это ступенчатый гидролиз, гидролиз по катиону, основные соли, изменение кислотности среды, обратимые реакции, образование нерастворимого соединения (фосфата алюминия).

4. *Выделение межпредметного содержания*, при его наличии — проверка соблюдения систематичности обучения таким образом, чтобы привлекаемое содержание других предметов уже было изучено ранее или изучалось параллельно.

Поскольку в описанной ситуации сельской местности фосфор попадает в воду преимущественно из удобрений, логично вспомнить о роли важнейших элементов в жизни растений из курса биологии. Тема «Минеральное питание расте-

ний» изучается в 6 классе, разбирается в первую очередь роль азота для роста растений, и фосфора как элемента, способствующего ускорению развития растений; дыхание рыб и необходимость кислорода в воде — 7 класс. Азот не фигурирует в химическом содержании задания, можно было бы и не включать его в контекст, однако трудно представить в реальной ситуации, что в реку попадают только фосфорные удобрения, а азотные нет.

5. *Определение метапредметных умений* и универсальных учебных действий, формируемых и востребованных в решении задачи.

Соответствующие учебные действия позволяют формировать такие образовательные результаты, как смысловое чтение, использование экологического мышления, умение устанавливать причинно-следственные связи.

В рассматриваемом примере устанавливаемая причинно-следственная связь явлений будет упрощенно выглядеть следующим образом: «попадание дополнительных биогенных веществ – размножение водорослей – их отмирание и гниение – расход на эти процессы кислорода – недостаток кислорода в воде – гибель рыб».

По ФГОС ООО 2021 [140], операции с представленной в задании информацией можно описать как универсальные учебные познавательные действия, а именно: моделирование (необходимо представить упрощенную модель процесса от попадания в воду удобрений до гибели рыб с установлением связей между отдельными этапами моделируемого процесса) и логические операции (необходимо установить логическую последовательность этапов).

В модели ЕНГ все указанные действия попадают под характеристику компетенции «Научное объяснение явлений». Можно заметить, что ФГОС ООО, как прошлого периода, так и обновленные, более детально описывает образовательные результаты с позиции формируемых умений.

Далее необходимо сформулировать задачу по принципу применения умения в рамках контекста.

Например, для умения «Распознавать объяснительные модели» задача может быть сформулирована следующим образом:

Задача 1а.

Местные жители заинтересовались, как связано наличие в воде азота и фосфора, попадающих с сельскохозяйственных угодий в виде остатков удобрений, и гибель рыб в реке. Ведь эти элементы «природные», биогенные, не являются «ядовитыми».

Экологи объяснили, что если не производить очистку сточных вод от азота и фосфора, то попадание таких сточных вод в водоемы снижает концентрацию в воде кислорода, в результате чего происходят «заморы» рыб – то есть гибель рыб от нехватки кислорода.

Выберите утверждение, которое объясняет причину снижения в водоеме концентрации кислорода, в результате попадания в воду соединений азота и фосфора:

А. Азот и фосфор замещают кислород в воде.

В. При попадании соединений азота и фосфора в воду растет количество водорослей. Когда водоросли отмирают, на процесс их разложения и гниения расходуется кислород.

С. Азот и фосфор замедляют процесс фотосинтеза, поэтому кислорода становится меньше.

Д. Соединения азота и фосфора ядовиты для рыб.

Обучающиеся, чтобы правильно решить предлагаемую задачу (выбрать ответ В), должны соотнести условие

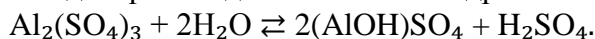
«В реке, которая протекает рядом с предприятием, местные жители заметили несколько погибших рыб. Вода в реке приобрела зеленоватый оттенок, а в толще воды выросло большое количество водорослей. Вызванные местными жителями экологи-эксперты объяснили, что причиной такого эффекта, называемого «цветением воды», являются соединения азота и фосфора, которые содержатся в природной воде, а для извлечения азота и фосфора из сточных вод используют установки очистных сооружений. Жители решили выяснить, зачем очищать сточные воды от соединений азота и фосфора и какие химические процессы позволяют снижать количество азота и фосфора в сточных водах»

и каждый из предлагаемых вариантов ответов, и тем самым установить причинно-следственные связи (выявить факт их наличия или отсутствия). Именно ответ «В» содержит краткое описание данной связи.

Аналогичным образом можно рассмотреть задачу, направленную на формирование и проверку умения «Объяснять принцип действия...»:

Задача 1б.

Заинтересовавшись процессом очистки сточных вод, жители выяснили, что фосфор в сточных водах присутствует в виде фосфатов (солей фосфорной кислоты). Для удаления из сточных вод фосфатов используют сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ (соль сильной кислоты и слабого основания). При введении этой соли в сточные воды происходит частичный гидролиз $Al_2(SO_4)_3$:



Затем происходит взаимодействие с фосфатами сточных вод и выпадает в осадок фосфат алюминия.

Выберете утверждения, которые описывают процесс извлечения фосфатов из сточных вод и влияние на кислотность сточных вод

А. Фосфаты выделяются в газообразной форме.

В. Кислотность сточных вод понижается.

С. Фосфаты в ходе реакции выпадают в осадок.

- D. Кислотность сточных вод повышается.
E. Кислотность сточных вод не изменяется».

В данном примере обучающемуся для выбора правильных ответов (C, D), необходимо преобразовать информацию, представленную в виде химической символики (уравнение химической реакции) в текст в виде описания процесса.

По ФГОС ООО 2021 соответствующие действия можно описать, как умение «кодировать и декодировать информацию», относящемуся к познавательным УУД, и «владение учебными знаково-символическими средствами» [140], данное умение отнесено ко всем трем категориям УУД.

Компетенция «Понимание особенностей естественнонаучного исследования», как было выяснено ранее, связана с элементами научного исследования. Рассмотрим задачу, направленную на выявление умения «описывать и оценивать способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность объяснений»

Задача 2.

Приехавшие по заявлению местных жителей экологи взяли пробы воды для исследования. Школьники обратили внимание, что экологи взяли не одну, а несколько проб из разных точек на территории поселка, в также выше и ниже по течению от предприятия. Зачем экологам столько проб?

- A. Боятся пролить, пока везут до лаборатории
- B. Смешают все пробы и получают средний показатель
- C. В каждой пробе будут проводить анализ на какое-то конкретное загрязнение
- D. Сравнят результаты по местам отбора и обнаружат источник загрязнения

Для формирования компетенции «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов», можно представить следующую задачу:

Задача 3.

Местные жители решили обратиться к руководству завода, чтобы узнать, позволяет ли механизм очистки сточных вод, используемый на предприятии, не только очистить воду от соединений фосфора, но и восстановить ее химический состав.

Инженер-эколог предприятия представил схему очистки сточных вод от фосфатов, которую использует предприятие:



Жители попросили объяснить, зачем добавляют коагулянты (частицы, укрупняющие загрязнения и позволяющие извлекать их из растворов) и щелочи.

В отличие от предыдущих это здание открытого типа, для его проверки педагогу необходимо представить, как именно должны ответить обучающиеся.

В приведенном примере возможны следующие ответы:

1. Коагулянты добавляют для того, чтобы собрать выпавшие в ходе реакции в осадок фосфаты.
2. Щелочь добавляют, чтобы нейтрализовать кислотность, которая повышается в ходе реакции.

Частично правильным можно считать ответ, в котором указан хотя бы один из приведенных вариантов, либо соответствующий по смыслу, например, «чтобы состав воды был сходен с составом природной воды». Следует отметить, что компетенции не коррелирует с открытым или закрытым типом заданий — задания на любую компетенцию могут быть любого типа. Для решения данной задачи обучающимся необходимо проанализировать информацию, представленную в графическом виде (схема очистки сточных вод), соотнести ее с текстовым описанием процесса. Также необходимо на основе приведенных в схеме логических связей (обозначенных в виде стрелок) выявить причинно-следственные связи и описать их.

С позиции обновленного в 2021 ФГОС ООО соответствующая деятельность описывается как умение кодировать и декодировать информацию, описывать модель процесса по схеме, устанавливать логическую последователь-

ность стадий данного процесса (отнесено к категории универсальные учебные познавательные действия, учебные регулятивные действия).

Для решения всех трех описанных выше задач обучающимся необходимо осуществить определение цели деятельности в рамках решения познавательной задачи, сформулировать задачи, определить способ действий. Кроме того, во всех случаях обучающемуся необходимо спланировать примерные результаты решения задачи.

6. *Соотнесение УУД с компетенциями ЕНГ* является завершающим этапом конструирования задания, однако данный этап может быть объединен с предыдущим, как это рассмотрено выше на примере заданий.

На данном этапе педагог рассматривает три компетенции ЕНГ, которые для удобства детализированы в инструментарии национального мониторинга.

Компетенция «Научное объяснение явлений» предполагает умение обучающихся «сделать и подтвердить соответствующие прогнозы» (одно из умений). Заметим, что сама по себе формулировка (вероятно, в том числе, за счет перевода с английского) недостаточно характеризует умение, в частности, отсутствует детализация того, какого рода (насколько подробный прогноз) должен сделать обучающийся. Кроме того, деятельность в области научного прогнозирования (в том числе и на примере учебных заданий) значительно сложнее деятельности моделирования, а моделирование является предварительным этапом прогнозирования. Оценивая формулировку описания умений в рамках компетенции, можно отметить ее некорректность в части соответствия этапам научных изысканий.

Компетенция «Понимание особенностей естественнонаучного исследования» предполагает в том числе умение предложить способ исследования. Данное умение также сформулировано достаточно в общем виде, так предложение способа исследования — это и предложение конкретных методов и этапов исследования, так и в целом обобщенное указание, например, на ту область научных знаний, которая позволяет исследовать данный вопрос. Например, будет ли достаточно того, что обучающийся укажет, что необходимы методы исследова-

ния, используемые в химии. Можно ли в случае такого ответа считать компетенцию сформированной? Представляется, что не вполне.

Компетенция «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» предполагает в качестве одного из умений «умение анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы». Однако такая формулировка практически не несет смысла, поскольку повторяет наименование самой компетенции.

Тем не менее на основе представленных описаний возможно соотнести планируемые образовательные результаты ФГОС и компетенции ЕНГ. Для более точного и детального сопоставления планируемых образовательных результатов международной и национальной систем представим их в табличной форме – таблица 7.

Таблица 7

Соотношение компетенций исследования PISA и универсальных учебных действий по ФГОС ООО

Компетенция PISA	Умения, оцениваемые ФГОС ООО 2021
Научное объяснение явлений	1. Умение работать с информацией (умения в области преобразования информации, применение соответствующих знаний из области биологии, физики, химии для объяснения явлений) – группа учебных познавательных действий; 2. Умение передавать информацию в речи (посредством объяснения) – группа учебных коммуникативных действий.
Понимание особенностей естественнонаучного исследования	1. Умение планировать ход и последовательность действий, способы деятельности - универсальные регулятивные действия. 2. Умение соотносить результат и способ действия - универсальные регулятивные действия.
Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Умение интерпретировать данные, отображаемые в различном виде (кодировать, декодировать информацию, использовать знаки и символы) – группа учебных познавательных действий; 2. Умение передавать информацию и отображать ее в речи, аргументировать и обосновывать свою позицию – группа универсальных коммуникативных действий

Таким образом, можно отметить, что компетенции «Научное объяснение явлений» и «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов», с позиции ФГОС 2021 описываются учебными позна-

вательными и коммуникативными действиями, а компетенция «Понимание особенностей естественнонаучного исследования» в большей степени соответствует описанию учебных регулятивных действий.

Это позволяет сделать вывод о том, что ФГОС предусматривает более высокий уровень детализации при характеристике планируемых образовательных результатов, нежели исследование PISA. В этой связи российским педагогам с учетом национальной системы оценки образовательных результатов нецелесообразно в практике переходить на менее детальную систему оценивания образовательных результатов, используемую в Международном исследовании.

Задание может быть направлена на формирование одной или всех трех компетенций (на усмотрение педагога, исходя из уровня подготовки обучающихся), при этом, формулировка заданий на различные компетенции принципиально различна.

7. Разработка оценочного аппарата.

Согласно системе оценивания, принятой в сборниках заданий [54; 55; 56], за задачу может быть поставлено 1, 2 балла. При этом за первое задание (наиболее простое) максимальный балл — 1; для второго и третьего, максимальный балл — допускается позиция «задание выполнено частично» — 1 балл.

Педагог может оценивать задание привычно — по 5-балльной шкале, принятой в основной школе. Однако необходимо представить планируемый ответ обучающихся, в частности, на какие основные факты ученик при решении задачи должен указать, какие аргументы привести в пример.

Методика конструирования контекстных заданий апробирована педагогами школ, принимавшими участие в исследовании. Задания, разработанные педагогами, проанализированы экспертами (И.Ю. Алексашина; Ю.П. Киселев) и признаны средством, которое может быть использовано для формирования естественнонаучной грамотности школьников.

2.5 Методика обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ

При анализе литературы по проблемам мониторинга ЕНГ было выяснено, что важнейшим средством формирования ЕНГ должны служить интегративные контекстные задания. Задачи отличаются от традиционных для российской школы задач по химии (биологии, физике) по постановке условия и требований, но основываются на их предметном содержании. При этом в каждой предметной области имеется своя классификация задач по содержанию и способам их решения, что делает нецелесообразным и трудновыполнимым создание некой единой систематизации по предметной специфике. В тоже время особенностью задач на ЕНГ является погруженность в контекст и непривычная нашим школьникам формулировка условия. Можно сказать, что основные проблемы решения таких задач — это проблема понимания контекста и проблема преобразования условия в академический формат.

С учетом вариативности форм представления информации, а также предметной специфики задачи, предлагаемая методика должна быть достаточно гибкой и адаптивной. При ее разработке мы исходили из подхода к решению задач, разрабатываемого такими авторами, как А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова [76], А. В. Ляпцев [88], и основывались на методах дидактической эвристики.

Обсуждая методы решения задач, А.С. Кондратьев, А.В. Ляпцев, Л.А. Ларченкова опираются на внутреннюю логику развития науки и присущие ей три уровня методологии: методологические принципы, фундаментальные законы и частные законы [76; 78; 79; 88]. Эти уровни проецируются на решение задачи, рассматриваемой как «небольшое научное исследование со всеми присущими ему атрибутами». Верхний уровень соответствует интуитивному обращению к общим методологическим принципам с оценкой возможности того или иного развития ситуации; второй уровень — это использование фундаментальных законов сохранения, иногда позволяющий провести решение даже без знания частных законов; первый уровень методологии «используется при решении та-

ких задач, в которых условия сформулированы таким образом, что явно указывают на использование конкретных частных физических законов». Разработанная А.С. Кондратьевым, А.В. Ляпцевым, Л.А. Ларченковой теория решения задач позволяет, во-первых, использовать различные методы и подходы к решению задачи, что делает теорию универсальной, а во-вторых, создать условия для самостоятельного осмысления обучающимися смысла задачи, выбора наиболее удобного способа решения, проектирования хода работы над задачей (процесса решения) и последующей рефлексии. Вслед за авторами [76] мы разделяем методы решения задач и методику обучения их решению, подразумевающую педагогический эффект; в нашем случае под педагогическим эффектом мы полагаем ожидаемое умение школьников решать задачи, входящие в интегративное контекстное задание, что соответствует сформированности ЕНГ.

Методика обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ состоит из трех основных этапов: работа с контекстом, работа с условием и решение, рефлексия.

Этап 1. Работа с контекстом

Цель: предметно-содержательный анализ контекста.

Методы: метод эмпатии (вживания) и смыслового видения, метод конструирования теорий.

Приемы: пересказ контекста, выделение героев сюжета, их действий, выявление ключевых и вспомогательных фактов («тонкие и толстые вопросы» поиск связи между фактами («кластер»)), прием «если бы я был учителем, то спросил бы...».

Функции: мотивации и актуализации.

На этом этапе реализуются когнитивные методы эвристического обучения (методы познания объекта): метод эмпатии (вживания) и смыслового видения, метод конструирования теорий.

Рассмотрим эти методы на примере задания «Бабушкин огород», предлагаемой нами для интегрированного урока химии, в содержание которого включены элементы из предметной области биологии.

Урок из ФОП по химии для 8 класса, по теме: «Реакция нейтрализации», цель урока – сформировать понятие о реакции нейтрализации, ее применении в жизни человека и хозяйственной деятельности. Тип урока – комбинированный. Основные понятия: реакция нейтрализации, соли, основания, кислоты, среда раствора: кислая, щелочная, нейтральная.

Задание «Бабушкин огород».

Контекст:

Бабушкин огород зарос хвощём (род *Equisétum*). Многие культурные растения, посаженные бабушкой, стали расти хуже и не так активно плодоносят. Молодые листочки на них скручиваются и светлеют. Решив помочь бабушке, внуки – Таня и Саня вычитали в энциклопедии о жизни растений что наличие хвоща на огороде свидетельствует о том, что почва чрезмерно кислая.

Для нейтрализации кислой среды почвы опытные соседи-садоводы предложили внести в почву доломитовую муку или гашеную известь.

Таня и Саня задумались – чем эти вещества помогут в борьбе с кислой средой почвы?

Вспомним пройденное:

Гашеная известь (гидроксид кальция) – химическое вещество, химическая формула – $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Является основанием.

Реакция взаимодействия кислот и оснований (химических веществ, имеющих в составе молекул группы H^+ и OH^-) называется реакцией нейтрализации. В результате этой реакции образуется вода и соли.

Карбонаты – соли слабой угольной кислоты, при взаимодействии с более сильными кислотами, образуют соли, углекислый газ и воду».

Научная справка:

Доломитовая мука – порошок, который производят путем измельчения из доломита (минерала), которого относят к классу карбонатов (его химическая формула – $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$).

Скручивание и образование «пузырей» на молодых листьях свидетельствует о дефиците кальция, а изменение окраски листьев и пятна между жилками говорят о нехватке магния.

Суть методов эмпатии (вживания) и смыслового видения состоит в мысленном погружении в ситуацию, описанную в контексте, и выявлении сущности или проблемы происходящего. Поскольку контекст и создается для того, чтобы сделать решение личностно или социально значимым, осознание контекста в виде единого образа/ситуации выполняет функцию мотивации к учебным действиям по решению задачи и пониманию.

Форма работы — фронтальная, основные приемы — это пересказ контекста «своими словами», выделение героев сюжета, их действий и побуждений, выявление ключевых и вспомогательных элементов контекста.

Для рассмотренного ранее задания «Бабушкин огород» на просьбу пересказать контекст мы получали и такие варианты ответов обучающихся:

«У одной старушки в огороде никак помидоры не росли, как она ни старалась. А у соседей помидоры росли. Потому что они их специальными удобрениями удобряли. Соседи секрет только детям сказали» (Катя А.)

«Жила-была бабка. И был у нее огород. Вообще весь травой зарос, она же старая, больная. Приехали внуки, Саня и Таня, и от хвоща избавились.» (Ваня П.).

В данном случае сюжет не понят, контекст воспринят исключительно как история помощи внуков бабушке по уходу за огородом. Учителю необходимо акцентировать внимание в данном случае сначала на героях, а затем на их действиях. Ниже приведен фрагмент групповой работы по контексту задания.

Что делала бабушка? (в сюжете — ничего, ранее посадила растения). Что делали Саня и Таня? (увидели, что в огороде много хвоща, что растения плохо растут и листочки скручиваются, прочитали в энциклопедии про кислую почву). Что сделали соседи? (дали совет про доломитовую муку и гашеную известь). Что бы вы сделали на месте Сани и Тани? Как Саня и Таня поняли, что почва кислая? Каким еще источником информации можно воспользоваться, если под рукой нет энциклопедии растений? Можно было бы обойтись без совета соседей?

Основной метод работы с контекстом (стимулом) в теории эвристического обучения носит название «метод конструирования теорий». Метод предполагает теоретическое обобщение информации контекста: абстрагирование от вспомогательных элементов, выявление фактов и нахождение связей между ними, понимание содержащейся в контексте проблемы. По словам Л.А. Ларченковой, А.В. Ляпцева, понимание задачи тесно связано с моделированием явлений, идеализацией [77]. Вне зависимости от того, лежит ли проблема в области одного предмета или имеет межпредметный характер, использование метода выполняет функцию актуализации предметных и метапредметных знаний и умений.

Форма работы — фронтальная или групповая, основные приемы — описание факта (фактов) с помощью «тонких» (кто? что? когда? какой?) и «толстых» (почему? в различие?, чем похожи?, как отличить?, зачем?) вопросов, поиск связи между фактами («кластер»), при необходимости классификация фактов по различным основаниям (по функции, по структуре и др.), прием «ес-

ли бы я был учителем, то спросил бы...», где школьники предполагают какие вопросы или задания можно дать к данному контексту. Последний прием может быть расширен до предложения возможных ответов.

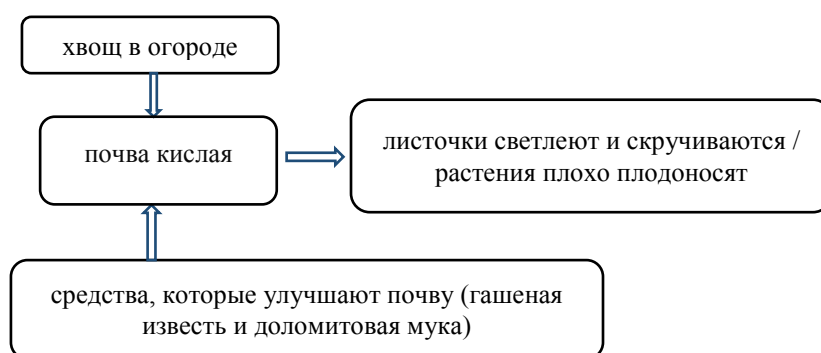
Приведем пример обсуждения в группах по 4–5 человек. Задание: выделить факты из контекста, определить их значимость. Школьники в группах обсуждают что является важными фактами в предложенном контексте. Ответы по мере их предложения выносятся на доску, где или остаются, или корректируются, или вычеркиваются после аргументации.

Так, факты «у бабушки есть огород», «соседи дали совет», «прочитали в энциклопедии» вычеркиваются как вспомогательный элемент, факт «растения плохо плодоносят» объединяется с «листочки светлеют и скручиваются». Оставшиеся значимые факты: факт 1 — хвощ в огороде, факт 2 — почва кислая, факт 3 — листочки светлеют и скручиваются / растения плохо плодоносят, факт 4 — есть средства, которые улучшают почву (гашеная известь и доломитовая мука).

Факты и их формулировки и связи между фактами уточняются при помощи тонких и толстых вопросов из технологии развития критического мышления:

Что растет в огороде? О чем говорит разрастание хвоща? Как можно «исправить» почву? Почему листочки светлеют? Что из выделенного можно считать подтвержденным фактом, а что можно подвергнуть сомнению? Будем полагать, что факты, известные из курса биологии и найденные в энциклопедии растений можно считать научно достоверными. А факты, сообщенные соседями — нуждающимися в проверке.

Определяем связи между фактами, составляя кластер.



Этот прием коррелирует с выдвижением гипотез в методе конструирования теорий теории эвристического обучения. В случае представленного контекста это гипотезы: «внесение в почву доломитовой муки и гашеной извести улучшит рост растений» и «внесение этих веществ ухудшит...», дополнительно

можно предположить, что «внесение веществ не повлияет на растения». Например, в представленном контексте педагогу необходимо обратить внимание обучающихся на такую связь, как возможное ухудшение роста растений вследствие высокой кислотности почвы (основная гипотеза). Кислотность почвы — это то условие (фактор), которое ухудшило рост растений. Если это так, то внесение доломитовой муки и гашеной извести, нейтрализует этот фактор (либо не повлияет на него) (гипотезы — следствия).

Следующий прием «Если бы я был учителем, то спросил бы...» также выполняется в группах. Группа генерирует вопрос по содержанию контекста и адресует его другой группе, предварительно записанный возможный (правильный с точки зрения группы) ответ передается учителю. В урок вносится элемент соревнования и игры. Приведем примеры вопросов, которые чаще всего задают обучающиеся при разборе указанного задания.

Что такое гашеная известь? К какому классу относятся хвощи? Какого элемента не хватает растению, если у него молодые листочки скручиваются и светлеют?

Заданные вопросы и данные ответы являются основой понимания основной проблемы, заложенной в контекст — обоснования выбора средства для «улучшения» кислой почвы на основании понимания природы их химического взаимодействия и потребности питания растений.

Важной функцией работы с контекстом является актуализация знаний и умений. Актуализации в данном случае подлежат ранее изученные понятия гидроксид, реакция нейтрализации, карбонаты, сильные и слабые кислоты, роль кальция и магния в жизни растений, признаки дефицита кальция и магния. Отметим, что актуализация знаний отвечает структуре урока, соответствующего требованиям ФГОС. Источником актуализации может служить как выделение фактов и нахождение связей между ними, так и поиск проблемной ситуации в сюжетной линии и содержании контекста. В условиях оценивания и мониторинга ЕНГ эту роль выполняют элементы дополнительной информации в рамках самого задания («Вспомним пройденное» или «Научный факт»). При нали-

чии доступа к Интернет-справочникам и поисковым системам (например, при дистанционном обучении или на очном занятии в классе, оборудованном доступом к образовательным и справочным ресурсам) педагог может предложить и самостоятельно найти те или иные факты, например, признаки дефицита кальция или магния у растений. Аналогично это представляется допустимым (на усмотрение педагога) и при применении иных задач, в которых использованы бытовые понятия. Таким образом, контекст задачи создает условия, в которых обучающемуся необходимо связать академические знания с как реальными ситуациями как в отдельных деталях (например, от тривиального наименования вещества перейти к его химической формуле), так в целом (от описанной бытовой, повседневной ситуации к конкретному ее решению и объяснению с научной точки зрения). Последнее обуславливает прикладной характер заданий.

Этап 2. Работа с условием и решение

Цель: поиск и осуществление решения

При обсуждении методики решения задач в предметном обучении работу с условием задачи и собственно процесс решения выделяют в отдельные этапы. Однако, для задач на ЕГЭ очень большое значение имеет характер работы с информацией не только при изучении условия, но и в самом решении, что дает основание рассматривать их как единый этап.

В каждом задании можно выделить три основных типа задач (*по способу действий с информацией*): на анализ информации, на преобразование информации в другую форму, на конструирование новой информации, работа с условием и решение которых может отличаться по используемым методам и приемам.

2-1. Задачи на анализ информации.

Методы: метод перебора, синтетический метод

Приемы: исключение неправдоподобных ответов, эвристические вопросы, карточки.

Особенность задач данного типа состоит в том, что в задаче (ее условии, вариантах ответа или дополнительной информации) обучающемуся предлага-

ется необходимый для решения объем информации в явной текстовой форме. Для решения такой задачи обучающемуся необходимо выделить значимые информационные единицы, проанализировать смысл текстовой части задачи и соотнести с ответами (в случае задач закрытого типа), либо выявить соотношение исходных данных с требованием задачи, например, через уравнение, которое связывает искомую величину с данными, или поиск соответствия, например, «название — формула» (в случае задач открытого типа).

Работа с задачей *закрытого типа* предполагает оценку представленных вариантов ответа, установление их правильности/неправильности, верной последовательности, соответствия элементов множеств посредством соотнесения с информацией, которая представлена в условии. При работе с задачей 1 в рамках вышеуказанного контекста («Бабушкин огород»), обучающимся необходимо выбрать один верный вариант.

Задание «Бабушкин огород», Задача 1

Помогите Сане и Тане, основываясь на химических формулах удобрений, определить, какое из удобрений лучше обогатит почву элементами, необходимыми для жизнедеятельности растений?

- A. Гашеная известь, так как в ее составе есть кальций.
- B. Доломитовая мука, так как в ее составе содержатся кальций и магний.
- C. Доломитовая мука, потому что в ее составе нет гидроксильной группы OH^- .
- D. Гашеная известь, так как в ее составе есть гидроксильная группа OH^-

Метод работы с задачами данного типа – *метод перебора (метод ошибок)*, который является врожденным методом эмпирического мышления человека. Данный метод также принято называть методом перебора вариантов. Поиск ошибочных вариантов ответов в этом случае дает обучающимся информацию — подводит их к выбору верного варианта, одного либо нескольких. То есть ошибка в данном случае рассматривается как источник информации.

Использование при решении задачи на анализ информации *приема эвристических вопросов* предполагает деятельность педагога по предложению обучающимся вопросов с целью определения верного ответа. В рамках работы с условиями задачи педагог может задать вопросы, которые позволяют осуществить перебор вариантов ответов, представленных в задаче, например:

1. Какие из вариантов ответа можно сразу отнести к неправильным, исходя из того, что «дано» в задаче? Это прием исключения неправдоподобных ответов.
2. Какие ответы могут быть верны? (оставшиеся варианты)
3. Что еще можно отбросить из оставшихся вариантов ответов? Почему?

При работе с условием задачи 1 необходимо обратить внимание на поставленный вопрос и его ключевые слова. Ключевые слова в данном условии — это «лучше обогатит», что указывает на необходимость сравнения двух веществ при решении задачи. При применении метода перебора вариантов в данном примере можно отбросить ответ С и D — в данных ответах не идет речь о наличии либо отсутствии элементов, необходимых для питания растений — гидроксильная группа таковым элементом не является. При выборе ответа А или В окажется достаточным прочесть текст ответа и выбрать тот, в котором большее число названий элементов, в данном примере это ответ В.

Если задача с тем же смысловым содержанием сформулирована как открытая:

Задание «Бабушкин огород», Задача 1а

«Помогите Сани и Тани, основываясь на химических формулах удобрений, определить, какое из них – гашеная известь или доломитовая мука лучше обогатит элементами, необходимыми для жизнедеятельности растений?»

то этом случае перебору подлежит соотношение исходных данных (химических формул веществ) с требованием задачи (элементы, необходимые для жизнедеятельности растений).

Рассмотрим решение заданий *на соответствие*.

Задание «Бабушкин огород», Задача 2

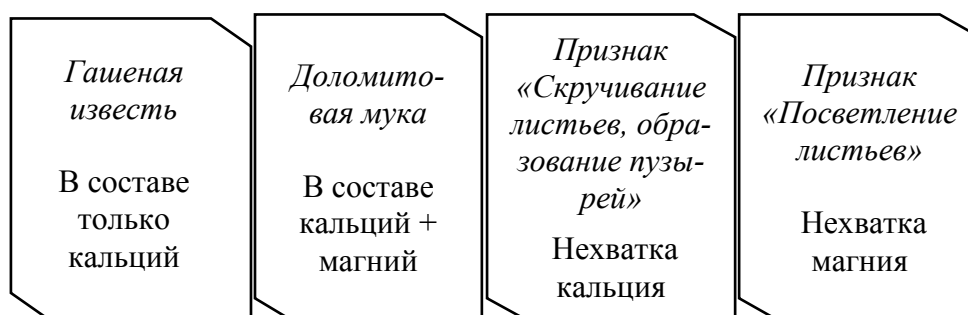
Таня и Саня решили подумать, как убедиться в правильности советов соседа и получить максимальную пользу от внесения раскисляющих добавок в почву. Соотнесите вносимый компонент (доломитовая мука или гашеная известь) и возможные последствия:

Вносимый компонент	Ожидаемое последствие
1. Доломитовая мука	А. Хвоща на бабушкином огороде станет меньше
2. Гашеная известь	В. Молодые листочки культурных растений не будут деформироваться
	С. Листья культурных растений не светлеют
	Д. Листья культурных растений не покрываются пятнами

Обучающиеся могут указать, что внесение доломитовой муки и гашеной извести понизит кислотность почвы, в почве дополнительно окажутся необходимые для питания растений вещества, следовательно, состояние растений улучшится, однако здесь требуется большая конкретизация, а именно уточнение влияние кальция и магния на состояние растений.

Использование приема «карточки» предполагает, что обучающиеся записывают на карточках имеющуюся информацию по итогам анализа контекста и вспомогательных блоков («Вспомним пройденное» и «Научный факт») и комбинируют ее в различных вариантах, оценивая каждую комбинацию.

Пример использования приема карточек для решения задачи:



Это могут быть карточки с текстом или формулами и рисунками, которые можно сдвигать попарно и описывать прогноз. В рамках вышеприведенного примера можно предложить нарисовать листочки с признаками нехватки магния и кальция. Это позволит сопоставить предложенные варианты ответов друг с другом

Для количественных задач такого типа чаще используется синтетический метод, то есть решение «от условий». При таком методе ученики последовательно находят связи величин, приведенных в условии, до тех пор, пока станет ясно как выйти на искомую величину.

Задание «Бабушкин огород», Задача 3

Магний – один из семи элементов, необходимых для роста и развития растений, он принимает участие в дыхании, фотосинтезе, синтезе белка, что сказывается на вкусовых качествах урожая. Для предпосевной обработки почвы перед посадкой томатов и огурцов необходимо 3 г магния на квадратный метр. В составе доломитовой муки примерно 50 % карбоната кальция и 43% карбоната магния (остальное – примеси). Сколько доломитовой муки нужно внести перед посадкой огурцов и томатов для обеспечения необходимого количества магния для растений?

Решение синтетическим методом:

1) $M(\text{MgCO}_3) = 24 + 12 + 3 \cdot 16 = 84$ г/моль – молярная масса карбоната магния

- 2) $24/84=0,286$ – массовая доля магния в карбонате магния
 3) $0,286 \cdot 43 = 12,3\%$ содержание магния в доломитовой муке (0,123- массовая доля магния в доломитовой муке)
 4) $3/0,123 = 24,3$ г на квадратный метр доломитовой муки нужно внести перед посадкой огурцов и томатов для обеспечения необходимого количества магния для растений.

Примечание. В данной задаче заложено определенное противоречие; как будет видно далее для раскисления почвы вносят намного больше, до 500-600 г доломитовой муки на кв. метр. Доломитовая мука – «медленное» удобрение, вещества высвобождаются в течении нескольких лет.

2-2. Задачи на преобразование информации.

Методы: аналитический метод, работа с таблицами, схемами, графиками, рисунками

Приемы: упражнения на декодирование и кодирование информации. «задачи с секретом», эвристические вопросы, «выбирай условия», «графический дневник», «общий график».

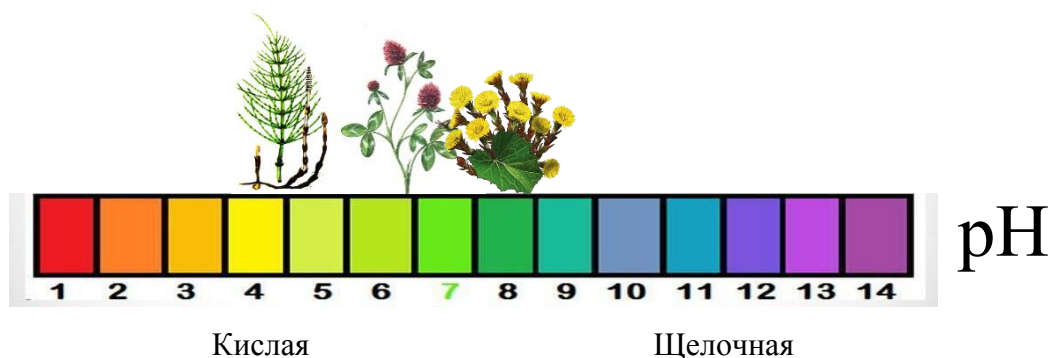
В задачах данного типа вся необходимая информация также представлена в условии, но не в «готовом» виде. Прежде, чем приступать к выполнению решения, необходимо осуществить преобразование информации условия из одной формы в другую, например, перевод из табличной или графической формы в текстовую.

Задание «Бабушкин огород», Задача 4

По совету соседей бабушка купила удобрение для раскисления почвы. На упаковке были рекомендации по нормам внесения в зависимости от показателя кислотности почвы рН.

рН	Норма внесения, г/м ²
< 4,5	600
4,5-5,2	500
5,2-5,6	300
> 6	раскисление не проводят

Саня и Таня нашли в интернете рисунок «Растения - биоиндикаторы кислотности почвы», где значениям рН соответствовали знакомые им растения (хвощ, клевер и мать-мачеха).



Хватит ли бабушке упаковки 1 кг удобрения для раскисления почвы огорода площадью 10 м²?

В данном случае мы используем *аналитический метод* решения задачи, прием «решение от искомого» («решение с конца»). Отказ от синтетического решения связан с тем, что декодирование информации требует понимания того, что именно нужно извлечь из схемы, таблицы или рисунка.

Чтобы ответить на требование задачи необходимо сравнить массу удобрения, которую нужно внести в соответствии с инструкцией на 10 м². (обозначим через X) с массой упаковки (1 кг)

$$X = N \cdot S,$$

где N – норма внесения удобрения, S – площадь огорода (10 м²).

Для определения нормы внесения N по таблице «pH – норма внесения» потребуется узнать значение pH, которое, в свою очередь можно определить по рисунку «растения – биоиндикаторы кислотности почвы». Хвощ соответствует pH почвенной вытяжки примерно 4,5–5,0, норма внесения в этом случае составляет 500 г/м²

$$X = N \cdot S = 500 \cdot 10 = 5000 \text{ г} = 5 \text{ кг}.$$

5 кг > 1 кг, потребуется около 5 кг удобрения для раскисления огорода, упаковки 1 кг не хватит.

Основные затруднения вызывает *извлечение данных условия задачи из таблиц, схем, графиков, рисунков*; в приведенной выше задаче оказалось даже не один, а два нетекстовых объекта. Собственно, работу с таблицами и схемами обучающиеся начинают осваивать еще в начальной школе.

Если у подростка продолжают встречаться подробные затруднения, свидетельствующие о несформированности познавательных УУД, следует регулярно использовать упражнения на декодирование и кодирование информации, такие составление схем и таблиц, работа с иллюстрациями в учебнике, изображениями всех средств наглядности, включая мультимедийные. Перекодирование информации учит логически мыслить, и более активно включаться в позна-

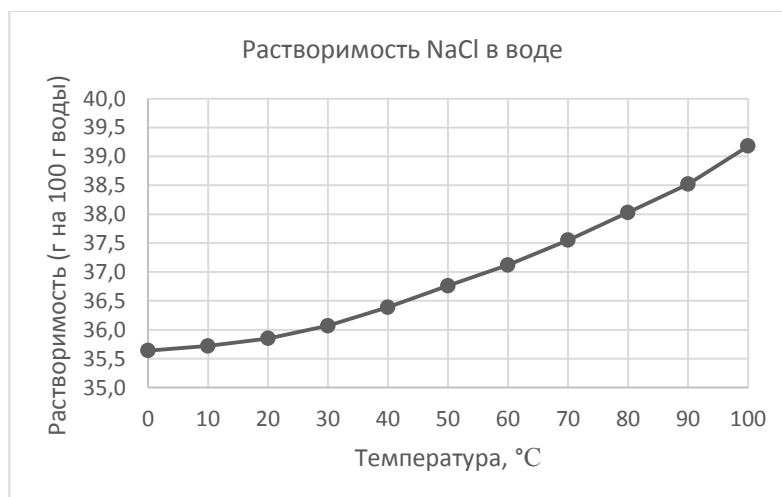
вательную деятельность. В качестве игровых приемов развития умений кодирования-декодирования информации мы предлагаем на первых этапах решение с пояснениями учителя в классе при фронтальной работе, а затем конкурс на составление «задач с секретом» учениками в малых группах. Суть приема заключается в замене одного из явных условий на «замаскированное» в другой форме представления.

Так, если разобрать приём «задача с секретом» на примере задачи 4, то смысловое наполнение условия сведется к следующему: «Норма внесения доломитовой муки 500 г/м^2 , площадь огорода 10 м^2 . Сколько потребуется доломитовой муки на весь огород?» В нашем примере «секретом» стала норма внесения доломитовой муки, «зашифрованная» в виде таблицы, где присутствовал дополнительный отсыл к рН почвы.

Приведем еще один пример «задачи с секретом». Рассмотрим задачу с графическими данными.

Задание «Выращивание кристаллов». Задача «Насыщенный раствор»

Марина и ее школьная подруга решили вырастить кристаллы поваренной соли. Они узнали, что для этого нужно приготовить горячий насыщенный раствор и опустить в него бечевку или толстую нитку, после остывания на нитке начнут расти кристаллы. Сколько граммов соли нужно растворить в 200 граммах кипящей воды чтобы из получившегося раствора можно было вырастить кристаллы?



В этой задаче все необходимые числовые данные можно получить из графика, но, как и в случае с таблицами, необходимо понимать какие именно

данные нужны. Поэтому решение осуществляется синтетическим методом, то есть «от искомого».

Решение может направляться *эвристическими вопросами*.

- 1) Что такое насыщенный раствор? Чем он отличается от ненасыщенного?
- 2) В каких единицах измеряется растворимость? В чем физический смысл величины растворимости?
- 3) Сколько граммов соли содержится в 100 воды в насыщенном растворе при 40 (60, 80, 90) °С?
- 4) Сколько граммов соли нужно растворить в 100 воды для получения насыщенного раствора при 40 (60, 80, 90) °С?
- 5) Что произойдет, если Вы положите больше соли, чем нужно?

Чаще задачи с графиками требуют качественного или полуколичественного понимания характера зависимости.

Очевидно, что трудность восприятия графической информации связана с тем, что в традиционных академических задачах по химии она используется не слишком часто. Регулярное использование задач и упражнений, связанных с построением и чтением инфографики, способствует в том числе и восприятию графической информации в задачах на ЕГЭ. Это могут быть задания на построение графика по табличным данным, например, скорость химической реакции — время. Основными приемами, помогающими школьнику «подружиться» с графической информацией, мы считаем «графический дневник» и «общий график».

«Графический дневник» — это прием, который можно использовать при регулярных измерениях или наблюдениях (число кристаллов, выросшее за определенные промежутки времени, атмосферное давление, аэрозольные загрязнения, влажность, видимость и т.д.), здоровьем (рост, вес, артериальное давление, температура), ростом растений (высота, число листьев, число плодов) и другими сферами жизни, включая инфографику успеваемости класса, посещения внеурочных мероприятий. Главная цель состоит во вхождении графической информации в повседневную жизнь.

Прием «общий график» используется на уроках, когда классу выдается задание (расчетная задача) с одним общим объектом, но различными числовыми данными. Например, задание на вычисление растворимости соли при разных температурах по общему условию «При растворении А граммов соли в В граммах воды образовался насыщенный раствор. Вычислите растворимость соли». Ответы каждого ученика (или группы) наносятся на общий график на доске (интерактивной или меловой). Задача может усложниться за счет указания массы не растворившейся соли.

Таким образом, при решении задач второго типа, в которых предполагается преобразование информации, существенное значение имеет целенаправленная регулярная учебная работа по формированию познавательных универсальных учебных действий.

2-3. Задачи на конструирование способа получения новой информации.

Методы: исследовательский метод, проектный метод, аналитико-синтетический метод, метод гипотез.

Приемы: наводящие вопросы, кластер.

Задачи данного типа менее всего знакомы нашим школьникам, и поэтому вызывают определенные затруднения. Фактически эти задачи представляют собой описание фрагмента естественнонаучного исследования и соответствующих ему элементов. Для получения ответа необходимо достроить необходимые элементы научного исследования (сконструировать способ получения новой информации), а затем реализовать его. К примеру, в задаче может быть представлена гипотеза, и обучающемуся необходимо установить способ ее проверки, лишь после этого он получит возможность решить задачу — основываясь на сконструированном им самим способе решения. Либо имеются результаты исследования и необходимо установить каким образом эти результаты были получены.

Для решения задач такого типа обучающиеся должны иметь представление о процессе и закономерностях проведения научных исследований, их основных этапах (наблюдение — проблема — гипотеза — получение и обсуждение результатов — выводы). Поэтому ключевое значение в развитии умения решать задачи на конструирование способа получения информации имеет исследовательское обучение и проектная деятельность школьников.

Исследовательский метод обучения направлен на самостоятельное формирование умозаключений, делаемых на основании наблюдаемых фактов, формировании готовности и способности основывать новые (субъективно новые) способы получения информации. Исследование всегда связано с определением неизвестного через известное, а естественнонаучное исследование стремится к определению не только места неизвестного, но и его численного отношения в мире известных величин, то есть связано с измерениями.

Проектный метод обучения в естественных предметах во многом близок к исследовательскому, в первую очередь тем, что основан на целеполагании и прогнозировании, логических рассуждениях, анализе полученных результатов, коррекции деятельности, моделировании. Принципиальное отличие проекта от исследования — это наличие ожидаемого результата, планируемого объекта, исследование же — это поиск заведомого неизвестного результата.

Решение задач на конструирование способа получения информации осуществляется аналитико-синтетическим методом. Анализ может выступать как в форме движения от искомого к данным, так и в разделении на отдельные части. В свою очередь, синтез — это продвижение от исходных данных к ожидаемому результату и объединение частей в единое целое. В случае задач третьего типа анализ указывает на общий путь решения, синтез на его отдельные детали. Рассмотрим решение задач на конструирование способа получения информации на конкретных примерах.

При решении данного типа задач эффективен *метод гипотез*. Педагог предлагает обучающимся в рамках использования данного метода сконструировать версии ответов на вопрос задачи, объяснить причинно-следственные

связи, к примеру «Произойдет такое-то событие, потому что...». Для педагога целесообразно получить соответствующие объяснения связей через вопросы: «Почему произойдет именно так?», «Из-за чего это произойдет?», «Что было бы если бы условие было иным — таким-то?» и др.

В рамках решения задач третьего типа представим следующий пример:

Задание «Бабушкин огород». Задача «Юные исследователи»

Таня и Саня приготовили в лабораторных условиях опыт: взяли три одинаковых образца почвы с бабушкиного огорода. В образец № 1 добавили доломитовую муку, в образец № 2 – гашеную известь, в образец №3 – песок. Все добавки проведены в равных количествах. После эксперимента в двух образцах почвы отмечено снижение кислотности. Для чего потребовался третий образец?

Объясните результат эксперимента для каждого образца. Ответ представьте по итогам изучения таблицы.

Укажите какие химические элементы дополнительно появились в составе образцов почвы – для этого заполните третий столбец таблицы.

Образец	Изменение кислотности почвы	Привнесенные химические элементы
№1	снизилась	
№2	снизилась	
№3	не изменилась	

По представленной типологии данная задача на конструирование способа получения новой информации и его реализации. В рамках примера в условии задачи описаны первые этапы научного исследования (методы и материалы), а также результаты исследования (информация о снижении кислотности почвы), на основании которых обучающимся необходимо достроить недостающие «звенья» — обосновать полученные результаты исследования, сделать вывод по итогам исследования.

Педагог при решении обучающимися данной задачи при помощи наводящих вопросов предлагает выявить причинно-следственные связи, например:

- почему понизилась кислотность почвы в первых двух образцах?
- какие химические элементы дополнительно появились в составе образцов почвы?

- почему с кислой средой почвы нечего не произошло при добавлении песка? (Песок преимущественно состоит из нерастворимого в воде оксида кремния SiO_2 , его действительно добавляют в тяжелую глинистую почву для

улучшения ее механических свойств – рыхлости, влагопроницаемости). А могло ли произойти? Для чего нужно было брать песок? (Образец почвы с добавленным песком стал «контрольным образцом», в котором общая масса соответствовала образцам с доломитовой мукой и гашеной известью, а добавленное вещество было химически нейтрально в отношении почвы).

Достаточно значимым видом задач, как представляются, могут быть задачи на подготовку и проведение научных исследований, оценку достоверности результатов исследования. Приведем пример задачи такого вида.

Задание «Выращивание кристаллов». Задача «Рост кристаллов»

Марина решила вырастить дома кристаллы. Она уже знала, что кристаллы вырастают из насыщенных растворов. Методику выращивания кристаллов нашла в интернете. Марина хотела побыстрее вырастить большой кристалл и понять, что влияет на скорость роста кристаллов.

Кристаллы поваренной соли она выращивала из насыщенного раствора, полученного растворением соли в воде при температуре 20°C; соль добавляли и перемешивали раствор до тех пор, пока соль не стала больше растворяться. Полученный раствор перелили в чистый стакан, положили на дно кристаллик соли размером 1 мм. За 6 дней кристалл вырос до размеров 1 см.

Для получения кристалла медного купороса насыщенный раствор был приготовлен растворением 100 г медного купороса в 200 г воды при 50°C с последующим охлаждением до комнатной температуры. Полученный раствор перелили в чистый стакан, положили на дно кристаллик размером 1 мм. За две недели кристалл вырос до 29 мм.

В обоих случаях каждые три дня насыщенный раствор заменяли новым.

По результатам исследования Марина сделала вывод: способ приготовления насыщенного раствора влияет на рост кристаллов, поскольку, по ее мнению, кристалл медного купороса рос быстрее, чем кристалл поваренной соли.

Заполните таблицу

Вопрос	Ожидаемый ответ
1. При какой температуре росли кристаллы поваренной соли	20°C
2. При какой температуре росли кристаллы медного купороса	20°C
3. Какова была скорость роста кристаллов поваренной соли (мм/день)	1,3 мм/день
4. Какова была скорость роста кристаллов медного купороса (мм/день)	2 мм/день

Оцените достоверность результата исследования.

Для решения приведенной выше задачи обучающимся необходимо спроектировать научное исследование таким образом, чтобы его результат был до-

стоверен, то есть необходимо понимать общие условия возможности сравнения результатов исследования. В ходе решения задачи может быть использован прием наводящих вопросов, например, при оценке каждого из условий, заданных в таблице, могут быть использованы вопросы следующего вида:

1. Действительно ли кристалл медного купороса рос быстрее, чем кристалл поваренной соли? (да).

2. Рост кристаллов проходил при одинаковых условиях? (да, насыщенный раствор, равная температура).

3. В чем состоит отличие двух экспериментов кроме способа приготовления насыщенного раствора? (в химическом составе кристалла).

4. Как нужно скорректировать эксперимент, чтобы сделать вывод о влиянии способа приготовления насыщенного раствора? (провести эксперимент по выращиванию кристаллов одного и того вещества с разным способом приготовления раствора).

Недостоверность результата эксперимента обусловлена тем, что в этом эксперименте присутствует два экспериментальных фактора – способ приготовления раствора и химическая природа растворяемого вещества. Поэтому сделать вывод о том, что повлияло на скорость роста кристалла, по исходным данным невозможно. Дополнительно для усиления предметного химического содержания можно обсудить концентрацию насыщенных растворов (концентрация насыщенного раствора зависит от его температуры, а не от способа приготовления) и причину необходимости замены насыщенного раствора, в котором растет кристалл, каждые несколько дней.

Этап 3. Контроль и рефлексия

Цель этапа – формулировка выводов, полученных из решения, рефлексия нового знания и трудности решения задачи.

В рамках третьего этапа используются метод контроля, методы организации рефлексии.

Формой работы может выступать фронтальная или групповая.

Основные приемы, используемые на этапе контроля и рефлексии – это прием «рефлексивных вопросов», прием «карты самодиагностики».

Функции этапа включают проверку ответа (результата), исправление ошибок (при необходимости), анализ результата и решения, оценка.

Приведем пример использования *метода контроля*. В рамках использования данного метода обучающийся, отвечая на вопросы педагога оценивает – решены ли им задачи (одна или все три – в зависимости от организации работы на уроке).

Найдены ли все неизвестные данные?

Достаточно ли найденных данных для получения результата?

Совпадает ли результат решения с тем, который предполагалось получить на этапе анализа условий задачи?

Решена ли задача в полном объеме? Или не полностью?

Методы рефлексии используют при подведении итогов работы, формулировании новых знаний, которые обучающийся получил при решении задачи. Образовательным результатом обучения является только тот, который осознан учеником. Если же ученик не понимает, что он делал и чему научился, не может вразумительно сформулировать способы своей деятельности, возникающие проблемы, пути их решения и полученные результаты, то его образовательный результат находится в скрытом, неявном виде, что не позволяет использовать его в целях дальнейшего образования. Мы предлагаем использовать прием *рефлексивных вопросов* — вопросов, которые задаем учитель в беседе с учениками:

Какие новые знания (новую информацию) получили после решения задачи? Где она может быть использована в обычной жизни? Можете ли вы на основе информации дать практический совет — какой и кому? Что показалось самым трудным в процессе решения? Какая информация до решения задачи была Вам неизвестна?

Подведение итогов — формулировка обучающимся тех знаний, которые ранее, до решения задачи были ему неизвестны.

В ряде случаев можно предложить обучающимся в качестве домашнего задания разработать те вопросы, которые они сами бы задали в рамках контекста.

Достаточно эффективным приемом является использование *карт самодиагностики*. Карта самодиагностики общего вида может выглядеть следующим образом.

Заполните карту самодиагностики работы с задачей (обведите нужные ответы)

Мне были понятны условия задачи сразу	Да	Нет
Мне были понятны условия задачи только при помощи учителя	Да	Нет
Я смог бы после урока самостоятельно решить аналогичную задачу.	Да	Нет
Я бы решил задачу другим способом	Да	Нет
Задача дала мне новые знания	Да	Нет

Заполнение карт самодиагностики позволяет обучающимся, во-первых, дополнительно проанализировать процесс решения, основные затруднения, а во-вторых, оценить возможности решения контекстных задач в дальнейшем.

Схема реализации методики обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. – Схема реализации методики обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ

Особенность методики обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ обусловлена невозможностью сведения процесса решения к некоему универсальному алгоритму, в том числе и при решении задач аналогичного вида. Это предполагает возможность для обучающихся дополнительно сформировать умение по поиску и выстраиванию алгоритмов решения задач, как предлагаемых контекстных задач, так и иных заданий, в том числе в различных предметных областях.

2.6. Критериальная методика оценивания уровня сформированности естественнонаучной грамотности

Анализируя подход к оценке сформированности ЕНГ в методологии международных исследований функциональной грамотности (параграф 1.3.), мы выяснили что оцениванию подлежат три компетенции, а оцениваются составляющие этих компетенций — отдельные умения.

Отталкиваясь от компонентного состава компетенций, мы пришли к выводу, что указанная система учитывает преимущественно когнитивный и деятельностный компоненты, и практически оставляет вне поля внимания аксиологический (ценностно-смысловой) и рефлексивный (эмоциональная регуляция процесса и результата) компоненты. Можно предположить, что аксиологический компонент заложен в «умении оценивать», например, приводимые в средствах массовой информации аргументы или способы исследования, однако это не совсем отражает ценность или цель научного знания.

При оценивании ЕНГ на основе инструментария PISA компетенции рассматриваются как неравнозначные, однако с точки зрения теоретических представлений достаточно проблематично обосновать причины того, что компетенция «понимание особенностей естественнонаучного исследования» рассматривается как компетенция более «низкого уровня», чем компетенция «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Представляется, что такая градация зависит в большей степени от содержания задания, сложности предлагаемой для исследования ситуации.

В предлагаемой нами методике [161] оценка уровня сформированности ЕНГ осуществляется через содержательные критерии.

Аксиологический критерий позволяет оценить общие представления о ценности естественнонаучного знания, возможностях его применения в естественнонаучных исследованиях и будущей профессиональной деятельности. Выделение данного критерия обусловлено тем, что при формировании функциональной грамотности особое значение имеют потребности, цели, мотивы, ценностное отношение, а также личностная позиция в отношении развития функциональной грамотности [17].

Когнитивный критерий позволяет оценить совокупность общих знаний об окружающем мире, в том числе при помощи методов, применяемых в исследовательской деятельности. Также в данный критерий входит умение грамотно и соответствующим образом использовать основные термины, знать законы природы и социума, умение выявлять (анализировать) причинно-следственные связи и прогнозировать последствия деятельности человека [22].

Основное содержание знаний в рамках когнитивного критерия определяется ведущими идеями целостности и системной организации природы, влиянием природы на здоровье человека, изменением окружающей среды в ходе деятельности человека, совершенствованием взаимоотношений общества и природы. Когнитивный критерий сформированности ЕНГ оценивает систему знаний как фундамент развития навыков исследовательской, аналитической деятельности и готовность их осуществлению.

Деятельностный критерий сформированности ЕНГ представлен совокупностью умений совершенствования компонентов системного мышления. В частности, деятельностный критерий выявляет умения выдвигать гипотезы, проверять их достоверность, критически осмысливать и проверять на достоверность полученную информацию, а также, через умение проверять на достоверность результаты собственных исследований и умозаключений.

Рефлексивный критерий сформированности ЕНГ отражает самоанализ собственного уровня сформированности ЕНГ, знание способов оценки этого

уровня, понимание возможностей и средств совершенствования своего уровня [114].

Каждому критерию соответствуют показатели, по три показателя на каждый из четырех критериев. Оцениванию подлежит контрольное интегративное контекстное задание.

Разработанная система критериев представлена в таблице 8. Эта таблица может быть использована и как карта оценивания.

Таблица 8.

Критерии и показатели для оценки уровня сформированности ЕНГ

Критерий	Показатели		
	№	Действия обучающегося при выполнении задания	Баллы
1. Аксиологический (смысловой)	1	Выделяет проблему в описанной ситуации	
	2	Формулирует цель анализа представленной ситуации на основе проблемы	
	3	Отделяет научную информацию, значимую для решения, от ненаучной и контекста, при помощи естественнонаучных знаний	
2. Когнитивный (знаниевый, познавательный)	4	Выявляет те области естественных наук, знания которых необходимы для решения описанной проблемы	
	5	Отбирает необходимые знания из изученных ранее	
	6	Выявляет знания, недостающие для решения задачи, осуществляет их поиск либо актуализацию	
3. Деятельностный (критерий действия)	7	Переводит описанную проблему на язык науки (например, на язык химических формул)	
	8	Применяет методы естественнонаучного исследования	
	9	Планирует ход решения задания	
4. Рефлексивный (критерий оценки опыта)	10	Интерпретирует данные (имеющиеся в условии и полученные) для выводов	
	11	Оценивает правильность решения задачи (сопоставить цель и результат)	
	12	Планирует процесс дополнения естественнонаучных знаний	

Каждому из 12 показателей присваивается значение по пятибалльной системе; в зависимости от принадлежности к тому или иному критерию баллы умножаются на соответствующий весовой коэффициент и учитываются в интегральном показателе сформированности ЕНГ. *Интегральный показатель уровня сформированности ЕНГ* представляет собой линейную многофакторную модель; выражен функцией вида:

$$F = \sum_{i=1}^n W_i \cdot X_i$$

где: F – интегральный показатель сформированности ЕНГ, принимает значения от 0 до 15;

W_i – весовой коэффициент критерия; определен на основе экспертной оценки (раздел 3.2); приняты значения 0,3 для когнитивного и деятельностного критериев, и 0,2 – для аксиологического и рефлексивного критериев;

X_i – количество баллов за контрольное задание по показателю i (от 0 до 5);

i – номер показателя от 1 до 12;

n – количество показателей (12).

Для перехода к уровню сформированности ЕНГ предложена шкала с максимальным значением 15 (таблица 9)

Таблица 9

Шкала перехода от значений интегрального показателя к уровням сформированности ЕНГ

Значения интегрального показателя	15–13	12–10	9–7	6–3	3–0
Уровень сформированности ЕНГ	Высокий	Выше среднего	Средний	Базовый	Ниже базового

Поэлементное содержание школы перехода по значениям отдельных показателей приведено в приложении 5.

В сравнении с существующей системой диагностики на основе инструментария PISA, представленная критериальная методика оценивания уровня сформированности ЕНГ:

1) имеет более высокую пятиуровневую дифференциацию (в исследовании PISA оценка проводится по трем компетенциям, которые рассматриваются в качестве условных «уровней» функциональной естественнонаучной грамотности);

2) является более комплексной за счет включения аксиологического и рефлексивного критериев;

3) использование интегрального показателя позволяет переводить оценку в стобалльный формат и использовать в сравнительных исследованиях;

4) позволяет определять область затруднений обучающегося в выполнении тех или иных действий при выполнении задания (по низким баллам по определенному показателю);

5) может использоваться на любом этапе обучения, поскольку объектом оценивания является отобранное учителем задание, основанное на текущем материале; по той же причине может служить средством мониторинга формирования ЕНГ;

5) позволяет достоверно оценить ЕНГ более доступным для школьных учителей способом, поскольку при оценивании по показателям применяется привычная учителю пятибалльная система.

Достоверность предложенной критериальной методики оценивания сформированности ЕНГ доказана в рамках опытно-экспериментальной работы при сопоставлении с системой оценивания исследования PISA (параграф 3.1).

Интегративные контекстные задания, как важнейшая единица формирования ЕНГ, могут быть использованы на уроках любого типа (открытия нового знания, рефлексии, общеметодологической направленности, развивающего контроля).

Интегративные контекстные задания могут быть реализованы на любом этапе урока, например, на этапе целеполагания, актуализации знаний, основного содержания урока, организации текущего контроля. Например, на уроке открытия нового знания интегративные контекстные задания целесообразно использовать на этапе актуализации знаний и умений, для создания проблемной ситуации.

На этапе основного содержания урока, в случае если педагог предполагает, что у обучающихся могут возникнуть трудности с последующим пониманием задачи, возможно включение элементов демонстрации решения задачи в соответствии с методикой обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ. На этапе проверки первичного усвоения

материала целесообразно предложить обучающимся задачу на основе контекста и материала основного этапа. Включение интегративных контекстных заданий в урок позволяет не только проиллюстрировать возможности применения естественнонаучных знаний и методов исследования, но и выступает одним из средств интеграции содержания естественнонаучных дисциплин в прикладном аспекте.

Включение интегративных контекстных заданий в урок химии проектируется согласно принципам контекстного и эвристического обучения, в частности конструирование учебной информации производится не вокруг отдельных понятий, а вокруг учебных задач (проблем исследования, учебных ситуаций, модельных бытовых ситуаций). Такой подход обусловлен тем, что интегративные контекстные задания, отчасти близки по структуре к контекстным задачам, основаны на наиболее типичных ситуациях из истории науки, быта, жизни, глобальной, локальной или личной ситуации. М.А. Ахметов [15] отмечает, что контекстные задачи способствуют развитию познавательной активности, а контекстное содержание задачи позволяет активизировать мотив «полезно для жизни».

Принцип эвристического обучения в рамках его реализации на уроке, и в том числе, на уроке химии с использованием интегративных контекстных заданий, предполагает, что для решения смоделированной практической ситуации или проблемы обучающиеся актуализируют ранее полученные знания, осуществляют поиск и обработку новой информации, которая достаточна и необходима для решения задачи, и в дальнейшем приходят к решению проблемы (ситуации).

С учетом изложенного, организация учебной деятельности на уроках химии при организации работы обучающихся по решению интегративных контекстных заданий:

- опирается на современную образовательную парадигму, где обучающийся рассматривается в качестве субъекта образовательного процесса, в отличие от традиционного подхода в педагогике, при котором педагог направлял

усилия на формирование личности обучающегося «в одностороннем порядке» (пассивный метод обучения).

- отвечает одной из ключевых целей естественнонаучного образования на современном этапе — формирования целостного взгляда на природные процессы и явления, понимания их во взаимосвязи и системной иерархической организации, использования естественнонаучных знаний и методов естественнонаучного исследования в повседневной жизни и будущей учебной и профессиональной деятельности.

В результате решения интегративных контекстных заданий на уроках химии обучающиеся получают пример использования знаний и методов исследования в практической жизни (бытовых ситуациях), что и составляет сущность сформированной ЕНГ.

Выводы по главе 2

1. Методологическими основаниями формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии выступают интегративный, компетентностный и задачный подходы, теоретическими основаниями — исследования по мониторингу и формированию функциональной грамотности при обучении естественнонаучным предметам, исследованиям в области методики обучения химии (биологии, физике) в основной школе, теории дидактической эвристики и контекстного обучения, теории решения задач. Для отбора, структурирования учебного материала использован принцип межпредметности, для определения места содержания обучения при формировании ЕНГ применен принцип систематичности. Конструирование интегративных контекстных заданий базируется на принципе метапредметности, а процесс их решения — на принципе активизации обучения.

2. Содержание формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии включает:

- предметные знания и умения по химии, согласно требованиям Федеральной образовательной программы по химии;
- межпредметные связи химии с иными учебными предметами, а именно, межпредметные связи химии и физики, химии и биологии;
- метапредметные умения по организации естественнонаучного исследования;
- ценностные ориентиры взаимодействия общества и природы
- интегративное контекстное задание как структурный компонент организации обучения химии.

5. Организационно формирование ЕНГ осуществляется в условиях классно-урочной образовательной деятельности в учебных планах линейных курсов «Химия», «Физика», «Биология» (8-9 классов). Особенностью организации обучения является систематическое решение интегративных контекстных заданий (взятых из рекомендованных источников или разработанных самостоятельно) на уроках химии.

6. Методика конструирования интегративных контекстных заданий для формирования ЕНГ включает: 1) выделение содержания обучения в виде дидактической единицы; 2) разработку контекста, то есть той актуальной проблемы или ситуации, в которой выделенное содержание обучения могло быть востребовано в прикладном аспекте; 3) трансформацию контекста в конкретную ситуацию, сюжет задания; 4) определение объема фактического материала, который необходим для решения и должен быть освоен обучающимися до решения задания (факты, закономерности, законы, теории); 5) выделение межпредметного содержания, при его наличии; 6) определение метапредметных умений, формируемых и востребованных в решении задания и соотнесение их с компетенциями PISA; 7) формулировку задачи по принципу применения умения в рамках контекста; 8) разработку планируемого ответа и оценочного аппарата.

7. Методика обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ учитывает типы входящих в него задач по основному способу действия с информацией (на анализ информации, на преобразование информации в другую форму, на конструирование новой информации). Методика состоит из трех основных этапов: 1) работа с контекстом, 2) работа с условием и решение, 3) рефлексия; каждому из этапов соответствуют свои цели, функции, методы и приемы.

8) Критериальная методика оценивания уровня сформированности ЕНГ позволяет достоверно оценить ЕНГ доступным для школьных учителей способом и включает 1) проверку контрольного интегративного контекстного задания на основе выделенных критериев (аксиологический, когнитивный, деятельностный и рефлексивный) и показателей; 2) расчет интегрального показателя сформированности ЕНГ с учетом весового коэффициента соответствующих критериев; 3) перевод от значений интегрального показателя к уровням сформированности ЕНГ на основе предложенной шкалы перехода.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РЕШЕНИЮ ИНТЕГРАТИВНЫХ КОНТЕКСТНЫХ ЗАДАНИЙ

3.1. Организация опытно-экспериментальной работы

В организации опытно-экспериментальной работы мы опирались на классические труды В.И. Загвязинского [58], А.М. Новикова [100] и др.

Опытно-экспериментальная работа проводилась в условиях образовательного процесса в школе, где реализовывались образовательные программы основного общего образования, затрагивая уроки химии, биологии, физики в 7–9 классах.

В опытно-экспериментальной работе принимали участие учителя, методисты, учащиеся школ и их родители. Базой опытно-экспериментальной работы стали ГБОУ СОШ № 241 Адмиралтейского района, Лицей № 82 Петроградского района Санкт-Петербурга, ГБОУ СОШ № 640 Приморского района, ГБОУ школа 154 Приморского района, методисты ИМЦ Адмиралтейского района Санкт-Петербурга.

В организации опытно-экспериментальной работы приняли участие 345 человек, включая педагогов педагогов, обучающихся и родителей.

Организация эмпирической апробации разработанной методической системы формирования ЕНГ включала в себя констатирующий и формирующий этапы, завершившиеся контрольным этапом опытно-экспериментальной работы:

Констатирующий этап опытно-экспериментальной работы включал опросные методы изучения проблемы формирования и оценивания ЕНГ. Выявлялось отношение педагогов, методистов, родителей обучающихся к проблеме формирования ЕНГ, уточнялись значимость предлагаемых критериев оценивания уровня сформированности ЕНГ.

Формирующий этап опытно-экспериментальной работы длился в течение 2017-2020 года и включал изучение корреляции определения уровня сформированности ЕНГ учащихся по методике и материалам международного исследования PISA, и по авторской методике критериального оценивания. Были выделены контрольные и экспериментальные группы в 7, 8, 9 классах, осуществлено внедрение системы уроков формирования ЕНГ и методики обучению решению интегративных контекстных заданий в экспериментальных группах, осуществлялся мониторинг уровня сформированности ЕНГ.

В период проведения опытно-экспериментальной работы автор имел административную возможность проводить работу с учителями, постепенно приобщать их к новому виду деятельности — сначала с заданиями для мониторинга и оценивания ЕНГ, затем с интегративными и контекстными заданиями для формирования ЕНГ, познакомить с методикой составления интегративных контекстных заданий и обучения их решению.

Педагоги при организации интегративных уроков формирования естественнонаучной грамотности использовали разработанные авторские (в соавторстве) учебные пособия для 7–9 классов — тренажеры «Естественно-научная грамотность. Живые системы» [54], «Естественно-научная грамотность. Земля и космические системы» [55] издательства «Просвещение», содержащие задания интегративного характера. Для предметных уроков формирования ЕНГ использовались задания, разработанные и автором, и самими учителями на основе методики разработки интегративных контекстных заданий, в соответствии с текущим изучаемым материалом. В экспериментальной группе проводился один урок в неделю — 34 урока за учебный год, при организации которых учебная деятельность школьников на одном из этапов урока построена вокруг решения интегративного контекстного задания, из которых уроков, интегрирующих знания и методы химии с иными естественнонаучными областями (биология, физика) – 9 (один урок в месяц), предметных (включающих знания из области химии) — 24-25.

В исследовании принимали участие 6 педагогов (по 3 педагога химии, биологии, географии в каждой из двух образовательных организаций, на базе которых проведен формирующий этап опытно-экспериментальной работы).

В рамках формирования естественнонаучной грамотности у обучающихся экспериментальной группы педагоги применяли задания интегративного характера, представленные в тренажерах, а также разрабатывали собственные задания. В ходе формирующего исследования педагогами было разработано и реализовано в рамках формирующего исследования 34 задания. Также 12 заданий, кроме вошедших в тренажеры, было разработано совместно с педагогами ГБОУ Лицей № 82 Петроградского района Санкт-Петербурга в ходе методической работы в образовательной организации.

Некоторые из заданий, разработанных педагогами, приведены в диссертационном исследовании в качестве примеров.

Задание «Учитель физкультуры» (представлено в приложении 9) разработано учителем биологии ГБОУ Лицей № 82 Петроградского района Санкт-Петербурга, Е.В. Третьяковой, в рамках подготовки интегрированного урока по химии и биологии. Задание «Очистка сточных вод» частично разработано учителем химии ГБОУ Лицей № 82 Петроградского района Санкт-Петербурга А.Л. Овчинниковой.

В контрольных группах обучение биологии, физике и химии проводилось по той же учебной программе (учебному плану), теми же педагогами, но в условиях традиционных форм организации образовательной деятельности, без использования интегративных контекстных заданий. ЕНГ в контрольных группах формировалась за счет организации учебной деятельности в соответствии с требованиями ФГОС ООО, предусматривающего целевой ориентир на овладение школьником рядом учебных действий (учебных действий), которые лежат в основе ЕНГ. Сопоставление компетенций PISA и УУД по ФГОС ООО-2021 приведено в главе 2, параграф 2.4, личностные результаты освоения основной образовательной программы по ФГОС соответствуют ценностным отношениям ЕНГ (параграф 2.3.). Это позволяет утверждать, что формирование ЕНГ проис-

ходило и в контрольной, и в экспериментальной группе. В качестве независимой переменной в рамках опытно-экспериментальной работы выступали интегративные контекстные задания, в качестве зависимой переменной — сформированность ЕНГ.

Контрольный этап опытно-экспериментальной работы предусматривал повторную диагностику уровня сформированности ЕНГ обучающихся контрольных и экспериментальных групп в 7, 8, 9 классах, сравнение результатов, проведение статистической обработки данных.

3.2. Исследование состояния проблемы формирования естественнонаучной грамотности (констатирующий этап опытно-экспериментальной работы)

Целью констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы стала конкретизация проблемы формирования и оценивания ЕНГ. Всего на констатирующем этапе опытно-экспериментальной работы приняло участие 203 человека (105 педагогов и 98 родителей старшеклассников).

Для выявления *отношения к проблеме формирования ЕНГ* было проведено *анкетирование педагогов и родителей старшеклассников*. В анкетировании приняли участие 119 человек, из них 21 учитель биологии, физики, химии школ Санкт-Петербурга ГБОУ СОШ № 241 Адмиралтейского района, Лицей № 82 Петроградского района Санкт-Петербурга, ГБОУ СОШ № 640 Приморского района, ГБОУ школа 154 Приморского района, методисты ИМЦ Адмиралтейского района Санкт-Петербурга и 98 родителей старшеклассников. Анкетирование родителей проведено в рамках общешкольного родительского собрания СОШ № 241.

Анкета (Приложение 3) включала пять основных вопросов, первый из которых определял понимание респондентом понятия ЕНГ, последующие конкретизировали проблему.

Ответы на вопрос «Что такое в Вашем представлении — функциональная естественнонаучная грамотность?» показали, что среди опрошенных педагогов и родителей отмечается относительно сформированное представление о сущно-

сти ЕНГ. Более 60% опрошенных педагогов и более 40% родителей корректно определяют это понятие, выбирая из предложенных вариантов: «умение разбираться в естественнонаучного исследования», «умение применять знания и методы исследования естественнонаучного исследования в повседневной жизни», «умение представлять в различных формах естественнонаучную информацию» (рис. 3)



Рисунок 3. – Распределение вариантов ответов на вопрос «Что такое в Вашем представлении — функциональная естественнонаучная грамотность?»

При ответе на вопрос о том, на что указывает сравнительно невысокий рейтинг России в международном исследовании PISA («Функциональная естественнонаучная грамотность проверяется в ходе мониторинга международного исследования PISA. Место российских школьников в середине рейтинга стран мира. О чем это может говорить?») мнения педагогов несколько разошлись (рис 4). Педагоги в первую очередь (37% педагогов) отметили непривычный для обучающихся формат заданий PISA. Родители при ответе на тот же вопрос в большей степени склонны указывать на недостатки образовательной системы (это отметили 46% респондентов). При этом весьма малая доля опрошенных считает, что российские школьники недостаточно подготовлены (12% педагогов и 9% родителей).



Рисунок 4. – Распределение вариантов ответов на вопрос о невысоком рейтинге России в международном исследовании PISA

При этом 73% родителей отмечают, что школа не имеет возможности формировать необходимые для жизни знания, к этому же мнению склоняются и 47% опрошенных педагогов. Только 6% педагогов и 3% родителей указали, что школа позволяет формировать необходимые для жизни знания и умения в полном объеме (рис. 5).

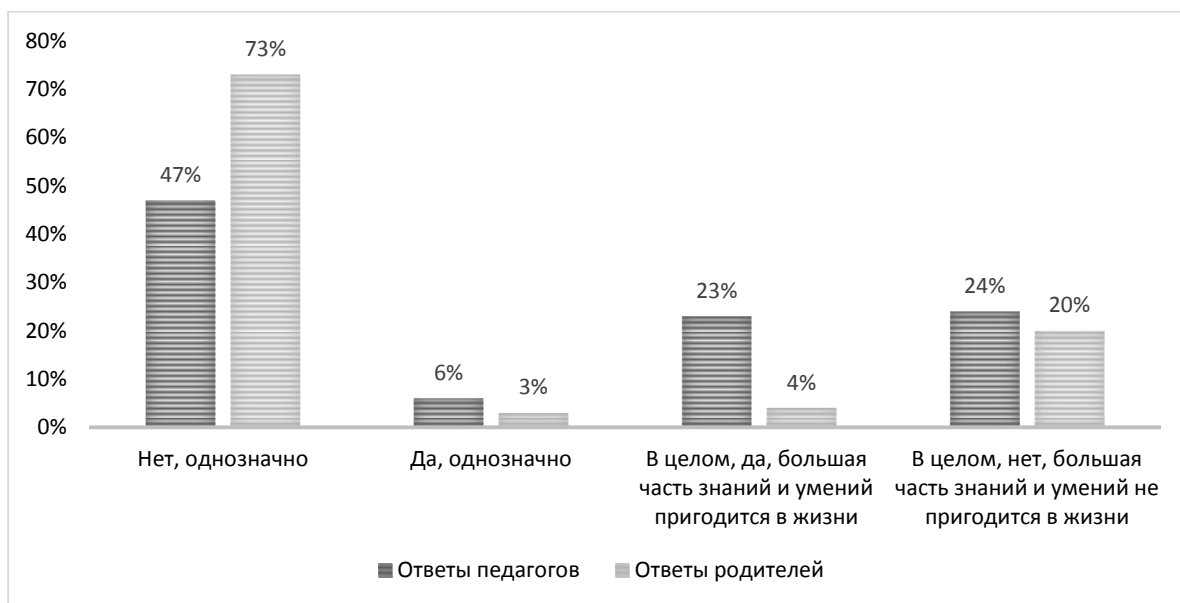


Рисунок 5. – Мнения респондентов о том, позволяет ли школа сформировать знания, нужные для реальной жизни

Соответствующие данные косвенно указывают, что в обществе существует определенный запрос на перестройку системы образования, необходимость ее адаптации под новые требования.

Следующий вопрос предлагался исходя из существующих на бытовом уровне и обсуждаемых в средствах массовой информации представлений о «нужных» и «ненужных» предметах школьной программы, при этом к «ненужным» относят и естественнонаучные предметы. На вопрос «Нужны ли российским школьникам знания из биологии, физики, химии?» 63% родителей и 90% педагогов указали, что изучение биологии, физики, химии необходимо всем обучающимся вне зависимости от выбранной специальности и профессии в будущем. Только 9% родителей отметили, что естественнонаучные предметы «лишние» в школьной программе и «перегружают» ее.

При этом, 98% педагогов и 94% родителей отметили, что естественнонаучные предметы в школе были бы необходимы однозначно при условии, что в рамках их преподавания у обучающихся будут формироваться знания, необходимые им в бытовых ситуациях, повседневной жизни.

По результатам проведенного анкетирования выявлено наличие запроса со стороны участников образовательных отношений на формирование ЕНГ в рамках обучения естественнонаучным предметам. Педагоги и родители отметили необходимость внедрения в школьную программу практико-ориентированных, ситуационных заданий, которые позволили бы обучающимся сформировать умение применять естественнонаучные знания в повседневной жизни. Респонденты — как педагоги, так и родители, отмечают недостаточный уровень современной системы образования в части подготовки обучающихся к применению естественнонаучных знаний в реальной жизни.

На основе исследования теоретических основ проблемы формирования и оценки ЕНГ выявлено, что многими отечественными авторами поднимается проблема недостаточности методического обеспечения для формирования и оценки ЕНГ российских школьников. Поэтому в ходе исследования проведен

опрос экспертов-педагогов по проблеме формирования и оценки ЕНГ. В исследовании приняты участие педагоги биологии, физики, химии школ Санкт-Петербурга (ГБОУ СОШ № 241, Лицей № 82, ГБОУ СОШ № 640 Приморского района, ГБОУ школа 154, методисты ИМЦ Адмиралтейского района). Выбор указанных образовательных организаций обусловлен тем, что для педагогов естественнонаучного направления в данных образовательных организациях были проведены семинары по проблемам ЕНГ. Общее число экспертов, принявших участие в опросе, составило 21 человек.

В рамках устного опроса обсуждались следующие вопросы:

1. Сформирована ли в Вашей образовательной организации база для формирования ЕНГ обучающихся?
2. Имеется ли методическая база для оценивания естественнонаучной грамотности обучающихся?
3. Какие задачи/задания необходимо использовать для формирования и оценивания функциональной естественнонаучной грамотности обучающихся?
4. Какие трудности могут возникнуть при внедрении в существующую школьную программу заданий для формирования и оценивания функциональной естественнонаучной грамотности обучающихся?

По итогам экспертного опроса получены следующие результаты:

Большинство педагогов (13 из 21) указали, что в образовательной организации отсутствует методическая база для формирования ЕНГ. При этом четверо экспертов отметили, что пытаются внедрять соответствующие элементы методической базы собственными силами. Только один педагог указал на наличие централизованной системы внедрения такой методической базы (рис. 6).

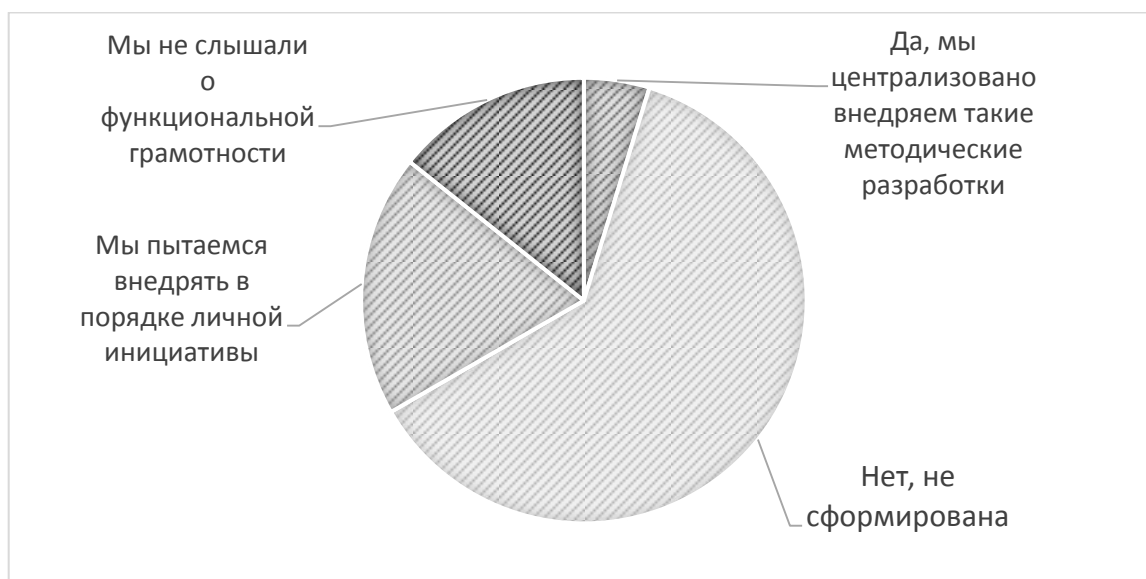


Рисунок 6. – Мнения респондентов о наличии в образовательной организации базы для формирования ЕНГ обучающихся

В отношении наличия методической базы для оценки уровня сформированности ЕНГ 16 педагогов из 21 указали, что такое методическое обеспечение отсутствует. Четыре педагога используют задания из открытой базы заданий по оценке естественнонаучной грамотности исследования PISA (рис.7).

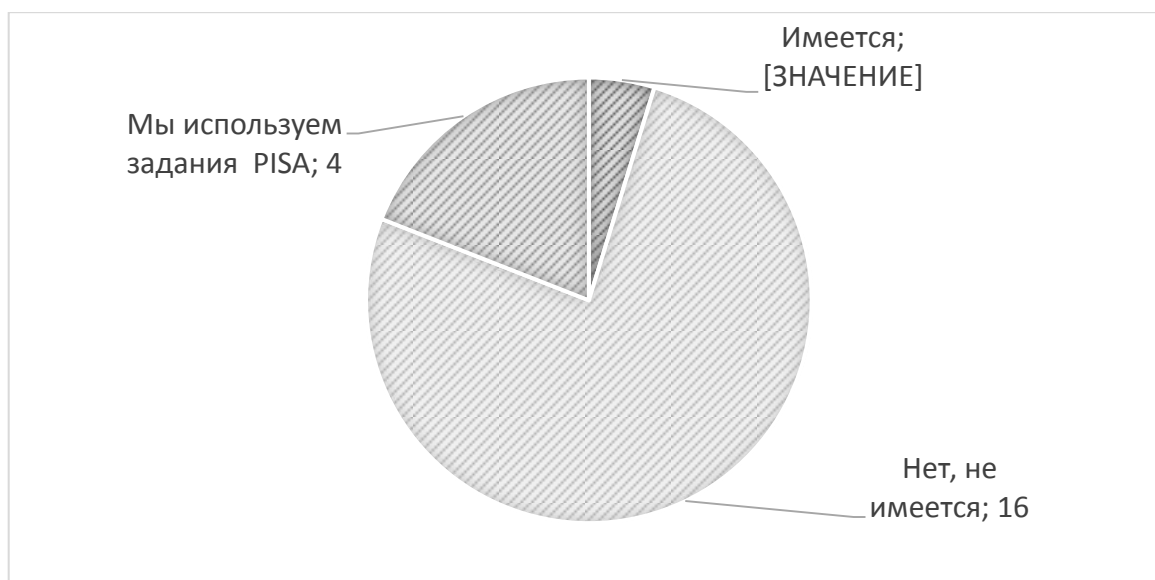


Рисунок 7. – Мнения респондентов о наличии методической базы для оценивания ЕНГ

При этом половина опрошенных (10 педагогов) указывают на то, что необходимо использовать практические задания, практико-ориентированные, 6

педагогов отметили, что необходимы ситуационные, «жизненные» задания, 3 эксперта отметили необходимость адаптировать задачи PISA для российских школ, и только 1 эксперт указал на то, что существующего методического аппарата достаточно для формирования ЕНГ (рис. 8).

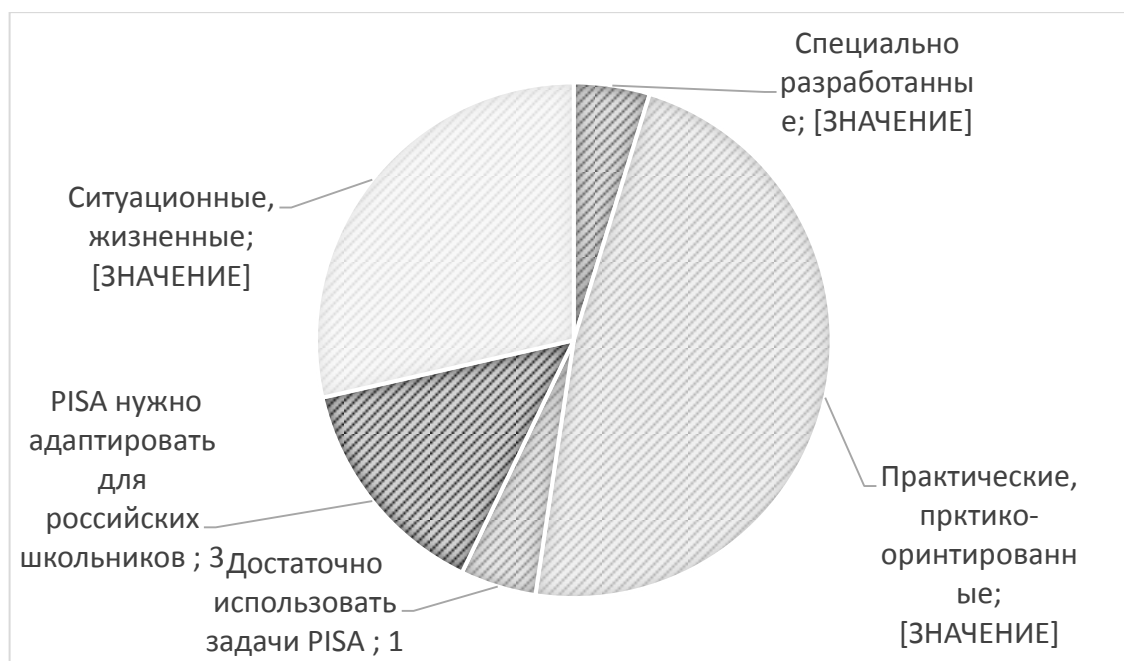


Рисунок 8. – Мнения респондентов о формате задач, применяемых в школе с целью формирования и оценивания ЕНГ

Таким образом, большинство педагогов-экспертов, принимавших участие в опросе, отметили необходимость разработки и внедрения в школах методического аппарата по формированию ЕНГ.

В части возможных трудностей внедрения в школах методического аппарата по формированию и оцениванию ЕНГ респонденты указали непривычный формат заданий PISA (10 экспертов), невозможность отклоняться от учебных планов (8 экспертов). Эксперты указывали, что учителя ведут свои уроки по-разному, и в зависимости от замысла учителя задания должны трансформироваться, а для этого учителя должны научиться их составлять самостоятельно. Кроме того, учителя указали что нужен понятный им способ оценивания ЕНГ, который не требовал бы обращения к экспертам, аргументируя тем, что если они будут вести работу по формированию ЕНГ, то необходим упрощенный мониторинг сформированности ЕНГ.

Проблема критериев оценивания уровня сформированности ЕНГ для нас представляла отдельный интерес. На основе инструментария PISA, возможности использования которого обоснованы в рамках теоретического исследования подходов и методов оценки ЕНГ (глава 1), нами была разработана система критериев, представленная в главе 2 диссертационного исследования: аксиологический, когнитивный, деятельностный, рефлексивный критерии. Для оценки значимости выделенных критериев и дальнейшего выделения их весовых коэффициентов был проведен самостоятельный экспертный опрос. В нем приняли участие педагоги образовательных организаций – ГБОУ СОШ № 241 (опрошено 45 педагогов) и ГБОУ Лицей № 82 (опрошено 39 педагогов), которые принимали участие в семинарах по проблемам формирования и оценивания ЕНГ.

Респондентам предлагалось расположить критерии в порядке убывания значимости (первый — самый значимый). Ответы обрабатывались методом рангов: выбранный как наиболее значимый критерий получал ранг 1, следующий — 2, далее 3 и 4, после чего строились матрицы частот и рангов, причем сумма рангов 1 и 2 оказалась близка, как и сумма рангов 3 и 4. Матрицы частот и рангов приведены в приложении 2. Далее для оценки весового коэффициента каждого критерия ранги преобразовывали в оценки по степени значимости. Ранг 1 получает оценку 4 как самый значимый [92].

В таблице 10 приведены частоты оценок критериев по степени их значимости.

Таблица 10

Число экспертных оценок критериев по степени их значимости

Оценка	Деятельност- ный	Когнитивный	Рефлексивный	Аксиологический
4	33	29	9	13
3	26	33	19	6
2	19	16	27	22
1	6	6	29	43
Сумма оце- нок	254	253	176	157

После этого можно подсчитать весовые коэффициенты как сумму оценок компонента, деленную на общую сумму (840). Весовой коэффициент для деятельностного критерия составил 0,302, для когнитивного — 0,301, для рефлексивного — 0,209, для аксиологического — 0,186, впоследствии округлённые до десятых долей: 0,3 для деятельностного и когнитивного, 0,2 для рефлексивного и аксиологического.

Результаты анкетирования легли в основу оценки весовых коэффициентов для каждого из критериев и соответствующих им показателей, при расчете интегрального показателя уровня сформированности ЕНГ (глава 2).

Результаты констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы позволяют утверждать, что:

1. Существует объективная необходимость в виде выраженного социального запроса на формирование ЕНГ.

2. Существует потребность в заданиях на естественнонаучную грамотность, которые могли бы использоваться на уроках химии (биологии, физики) с формирующей целью, интегрируясь в текущий учебный материал по предмету. Учителям требуется методика самостоятельного составления таких заданий под замысел конкретного урока и не требующие экспертного участия способы оценивания ЕНГ.

3. При разработке методического инструментария необходимо ориентироваться на практико-ориентированные ситуационные задания, которые позволили бы обучающимся сформировать умение применять естественнонаучные знания в повседневной жизни с одной стороны, и органично вписывались бы в учебный план, с другой.

4. При оценке уровня сформированности ЕНГ необходимо учитывать разную значимость критериев оценивания; с учетом значимости критерия по результатам экспертной оценки приняты весовые коэффициенты 0,3 для деятельностного и когнитивного, 0,2 для рефлексивного и аксиологического критериев.

3.3. Изучение эффективности методической системы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий в обучении химии в основной школе (формирующий и контрольный этапы опытно-экспериментальной работы)

С целью оценки исходного уровня сформированности ЕНГ и доказательства пригодности предложенного инструментария для оценивания ЕНГ оценка начального уровня сформированности ЕНГ обучающихся проводилась двумя способами: 1) на основе инструментария исследования PISA и 2) на основе разработанной нами системы критериев. В этом этапе приняли участие учащиеся 7 классов ГБОУ СОШ № 241 Адмиралтейского района Санкт-Петербурга, объем выборки 50 человек.

Для диагностики сформированности ЕНГ на основе инструментария исследования PISA обучающимся было предложено по 3 задания из тестов PISA разных лет, с задачами на каждую из трех компетенций: компетенция 1 – «научное объяснение явлений», компетенция 2 – «понимание особенностей естественнонаучного исследования», компетенция 3 – «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Задания для диагностики исследования PISA не дифференцированы по классам, в условиях опытно-экспериментальной работы они были подобраны с учетом материала, который обучающиеся освоили в рамках школьной программы.

Педагогам-экспертам было предложено оценить выполнение заданий с использованием инструментария международных сравнительных исследований, используя инструменты «описание ответа», «критерии оценки», градацию компетенций по уровню сложности.

В ходе проведения диагностики по разработанной нами системе критериев обучающимся предлагалось 3 интегративных контекстных задания (на основе материалов биологии, физики, химии соответственно), которые следовало решить в процессе урока (каждое задание состоит из трех задач). Проверку проводили педагоги, осуществляющие обучение в образовательной организа-

ции по биологии, физики, химии соответственно. Они оценивали сформированность различных умений в рамках выделенных критериев, далее по методике, описанной в параграфе 2.5, определяли интегральный показатель и уровень сформированности ЕНГ.

Сравнение результатов по двум способам диагностики показало отмечается качественное сходство распределения обучающихся по уровням, даже с учетом различия в числе градаций (рис. 9).

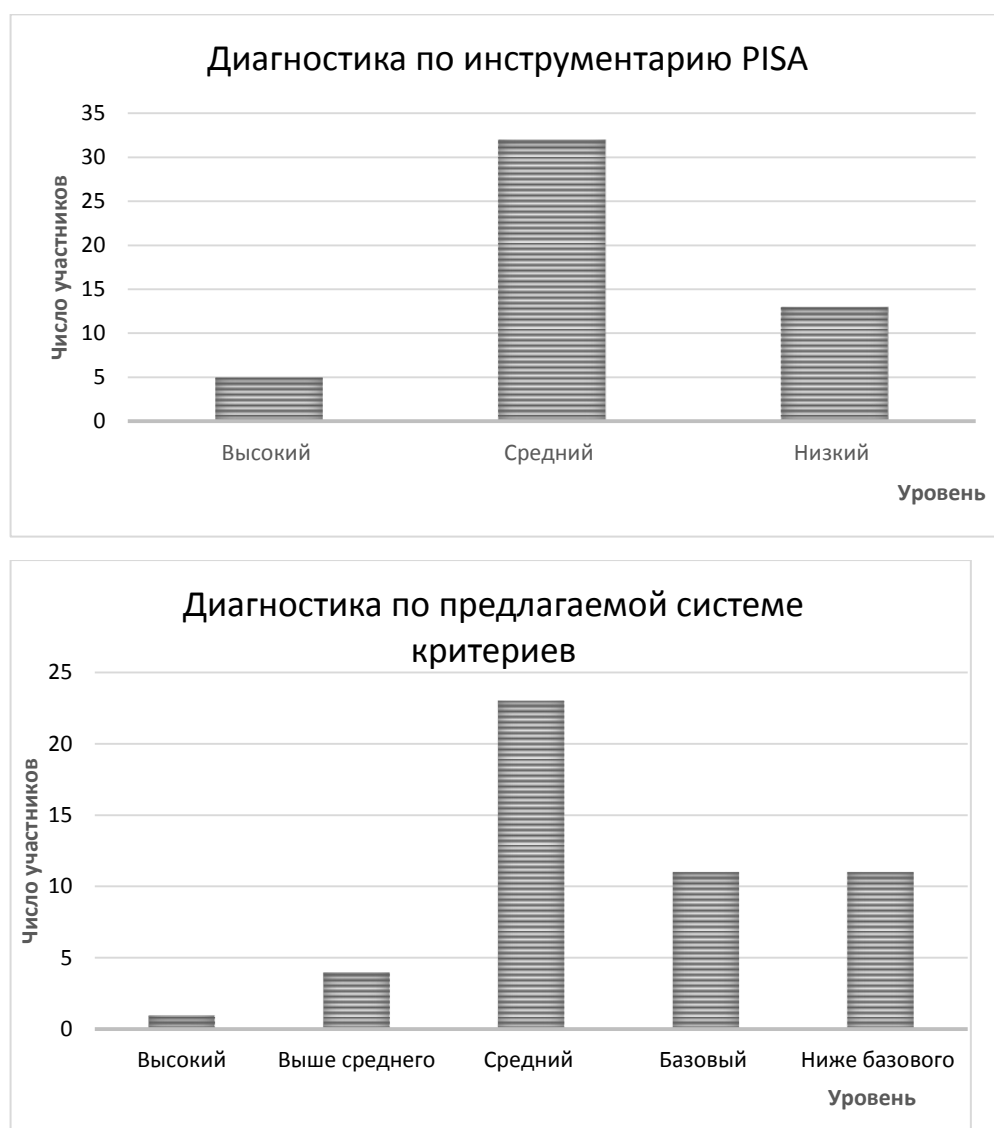


Рисунок 9. – Сравнительные результаты диагностики ЕНГ на примере обучающихся 7 классов

Для доказательства статистического сходства результатов диагностики на основе инструментария PISA и предложенной нами методики проведен корре-

ляционный анализ полученных данных с привлечением коэффициента корреляции Спирмана. Массивы данных «результат диагностики на основе инструментария PISA» и «результат диагностики на основе критериев» (приложение 3) сопоставлялись при помощи функции КОРРЕЛ в MS EXCEL, которая возвращает коэффициент Спирмена по формуле

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}.$$

Для выборки объемом 48 человек коэффициент Спирмена оказался равен 0,54, что по шкале Чеддока соответствует «заметной» силе корреляционной связи. Статистическая значимость коэффициента корреляции определена с помощью t-критерия по формуле $t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,54\sqrt{48-2}}{\sqrt{1-0,54^2}} = 4,35$. При уровне значимости $p < 0,05$ и числе степеней свободы 46 $t_{\text{крит}} = 2,013$. Рассчитанное значение t больше $t_{\text{крит}}$, следовательно корреляционную связь можно считать статистически доказанной [52].

Это позволяет использовать предложенную систему диагностики для определения уровня сформированности ЕНГ.

Выбор контрольных и экспериментальных групп.

Поскольку планировалось провести исследование с учащимися 7, 8 и 9 классов, то были проведены измерения ЕНГ по авторской методике с использованием системы выделенных критериев (аксиологический, когнитивный, деятельностный, рефлексивный) не только в 7, но и 8 и 9 классах. Дополнительно к учащимся 7 классов ГБОУ СОШ № 241 Адмиралтейского района добавились обучающиеся 8 и 9 классов ГБОУ Лицей № 82 Петроградского района Санкт-Петербурга.

Начальный уровень сформированности ЕНГ фиксировали отдельно по критериям и как интегральный показатель. Сравнение уровней проводили по параллелям классов: 7а и 7б (рис. 10), 8а и 8б (рис. 11), 9 а и 9б (рис. 12).

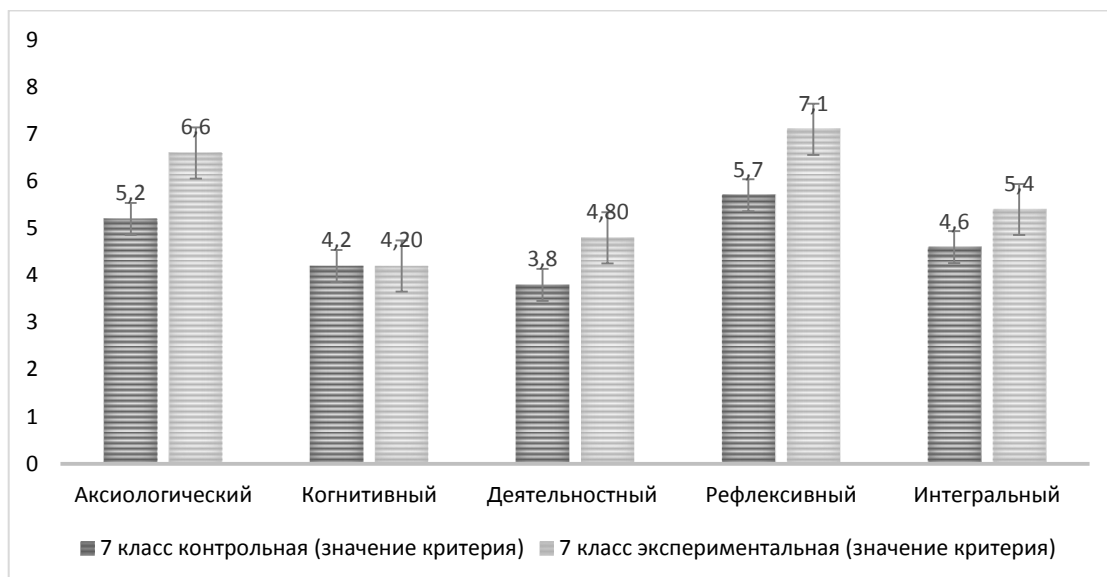


Рисунок 10. – Сравнение уровня сформированности ЕНГ по критериям и как интегральный показатель в контрольных и экспериментальных группах 7 классов



Рисунок 11. – Сравнение уровня сформированности ЕНГ по критериям и как интегральный показатель в контрольных и экспериментальных группах 8 классов



Рисунок 12. – Сравнение уровня сформированности ЕНГ по критериям и как интегральный показатель в контрольных и экспериментальных группах 9 классов

В качестве доказательства сходства групп до начала опытно-экспериментальной работы использовался статистический непараметрический критерий Вилкоксона-Манна-Уитни (таблица 11).

Таблица 11

Эмпирическое значение критерия Вилкоксона-Манна-Уитни контрольных и экспериментальных групп до начала опытно-экспериментальной работы (по интегральному показателю сформированности ЕНГ)

Значение критерия Вилкоксона-Манна-Уитни	Сравниваемые классы		
	7а и 7б	8а и 8б	9а и 9б
Эмпирическое	1,87	0,21	1,63
Критическое	1,96	1,96	1,96

Во всех случаях эмпирические значения критерия Вилкоксона-Манна-Уитни меньше критических, что говорит о том, что характеристики параллелей «а» и «б» совпадают на уровне значимости 0,05. Это означает, что возможно выделить контрольную и экспериментальную группу произвольно по параллелям классов, параллели 7, 8, 9 класса «а» отнесены к контрольной группе, а «б»

- к экспериментальной (далее – контрольная и экспериментальная группа соответственно).

Группы 7 класса – обучающиеся ГБОУ СОШ № 241, общее число испытуемых – 50 человек, из них 24 человека – контрольная группа, 26 – экспериментальная. Группы 8 и 9 классов – обучающиеся ГБОУ Лицей № 82. Общее число обучающихся 8 классов – 47 человек (из них 24 человека – контрольная группа, 23 – экспериментальная). Общее число обучающихся 9 классов – 45 человек (из них 22 человека – контрольная группа, 24 – экспериментальная). Таким образом, общее число обучающихся, принявших участие в опытно-экспериментальной работе, составляет 142 человека. Обучающиеся 7 классов принимали участие в исследовании в течение 3 лет, обучающиеся 8 классов – в течение 2 лет, обучающиеся 9 классов – в течение 1 года.

По итогам начальной диагностики также можно отметить, что уровень сформированности ЕНГ коррелирует с возрастом обучающихся. Как в контрольной, так и в экспериментальной группе отмечается прямая связь между уровнем сформированности ЕНГ и возрастом (классом обучения) – рисунок 13 и рисунок 14.

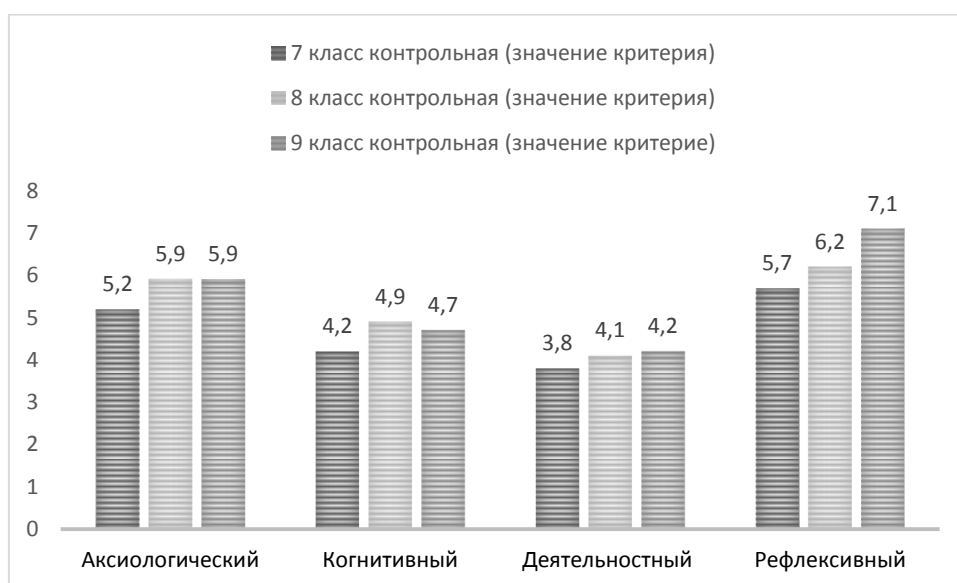


Рисунок 13. – Уровень сформированности ЕНГ обучающихся контрольных групп

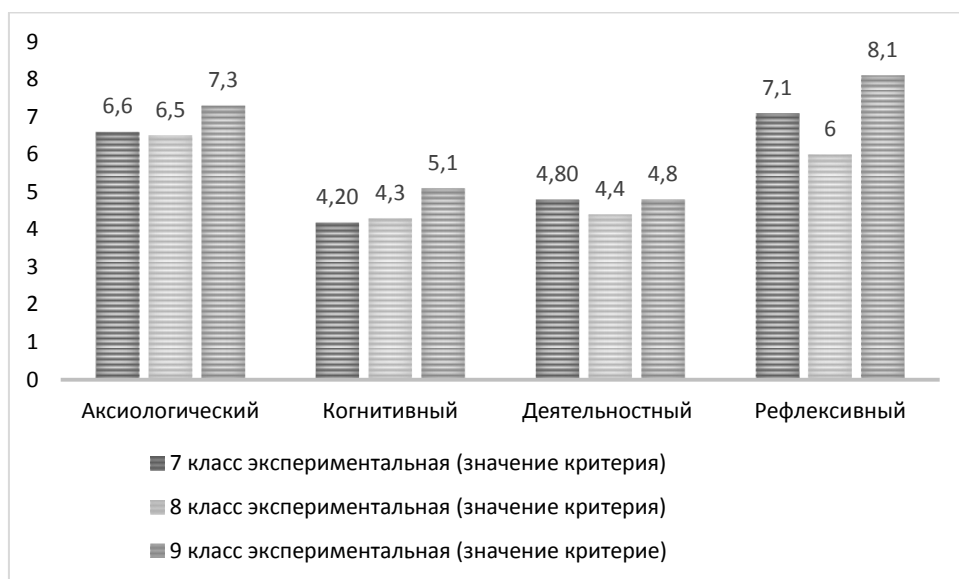


Рисунок 14. – Уровень сформированности ЕНГ обучающихся экспериментальных групп

При оценке отмечается относительно равномерное формирование ЕНГ по критериям в парах когнитивный-деятельностный и рефлексивный-аксиологический. Отметим, что при определении уровня значимости критериев в ходе экспертного опроса, деятельностному и когнитивному критерию также были присвоены равные веса (0,3), также как и рефлексивному и аксиологическому (0,2).

Работа с экспериментальными группами проводилась в рамках уроков химии. Уроки химии, организация и содержание которых структурированы на основе учебной деятельности школьников по решению интегративного контекстного задания, проводились 1 раз в неделю на протяжении всего учебного года – в рамках уроков химии.

В каждом учебном году реализовано 34 урока химии, в ходе которых, учебная деятельность школьников на одном из этапов урока построена вокруг решения интегративного контекстного задания, из которых уроков, интегрирующих знания и методы химии с иными естественнонаучными областями (биология, физика) – 9 (один урок в месяц), предметных (включающих знания из области химии) — 24-25.

Перечень интегративных контекстных заданий, содержащих, как знания и методы из области химии, так и знания и методы из области биологии и физики, представлена в приложении 4.

Исследование (оценка) уровня сформированности ЕНГ проводилась в форматах дополнительных уроков (основной способ проведения диагностики — самостоятельные работы на решение контрольных интегративных контекстных заданий). Проверка и оценивание работ осуществлялись совместно с педагогами школ. Иные условия образовательного процесса для контрольной и экспериментальной групп изменены не были.

В рамках исследования проводился мониторинг изменения уровня сформированности ЕНГ обучающихся 7 и 8 классов, ввиду того, что в экспериментальных группах 7 и 8 класса реализация методической системы осуществлялась в течение 3 и 2 лет соответственно (до окончания 9 класса). Результаты мониторинга представлены на рисунке 15.

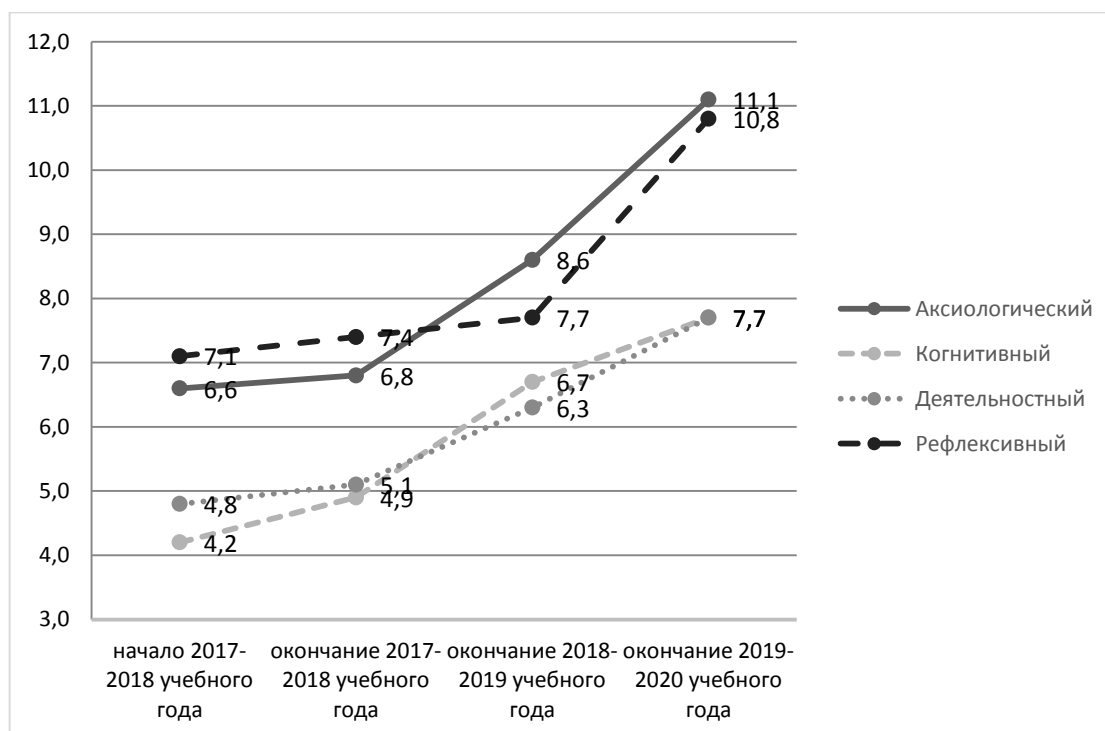


Рисунок 15. – Мониторинг уровня сформированности ЕНГ обучающихся по критериям (7 класс, экспериментальная группа)

По графикам, представленным на рисунке 15, можно отметить последовательный рост показателей по всем выделенным критериям сформированности

ЕНГ у обучающихся экспериментальной группы 7 класса – в течение трех лет реализации занятий в рамках разработанной методической системы. Аналогичные данные получены и у обучающихся экспериментальной группы 8 класса.

На контрольном этапе опытно-экспериментальной работы сравнивали значение всех критериев и интегрального показателя сформированности ЕНГ контрольных и экспериментальных групп на завершающем этапе опытно-экспериментальной работы. Результаты контрольного этапа опытно-экспериментальной работы представлены на рисунках 16, 17, 18.

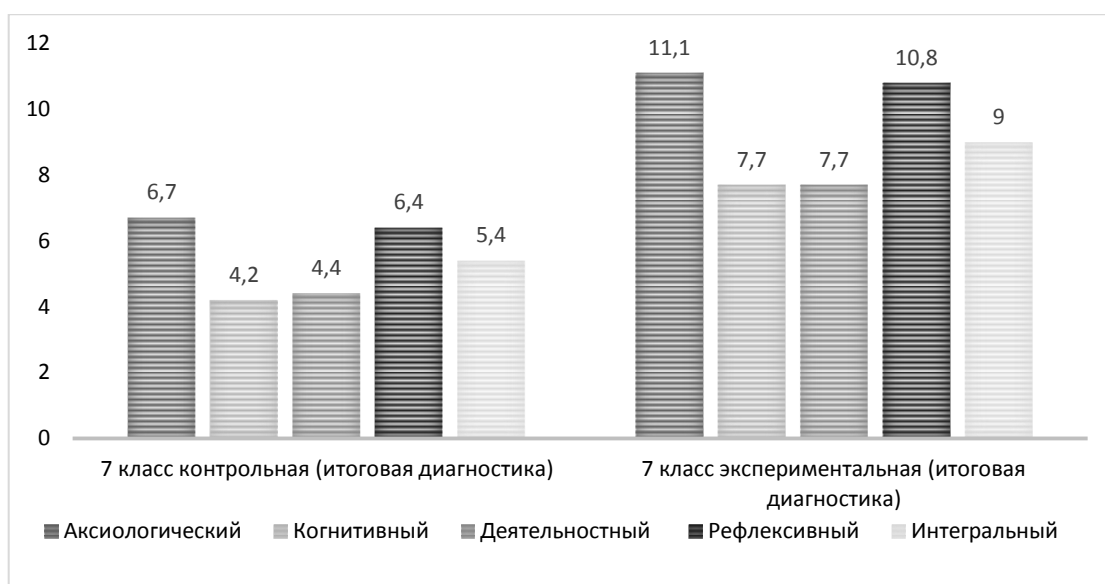


Рисунок 16. – Результаты итоговой диагностики уровня сформированности ЕНГ обучающихся контрольных и экспериментальных групп 7 классов

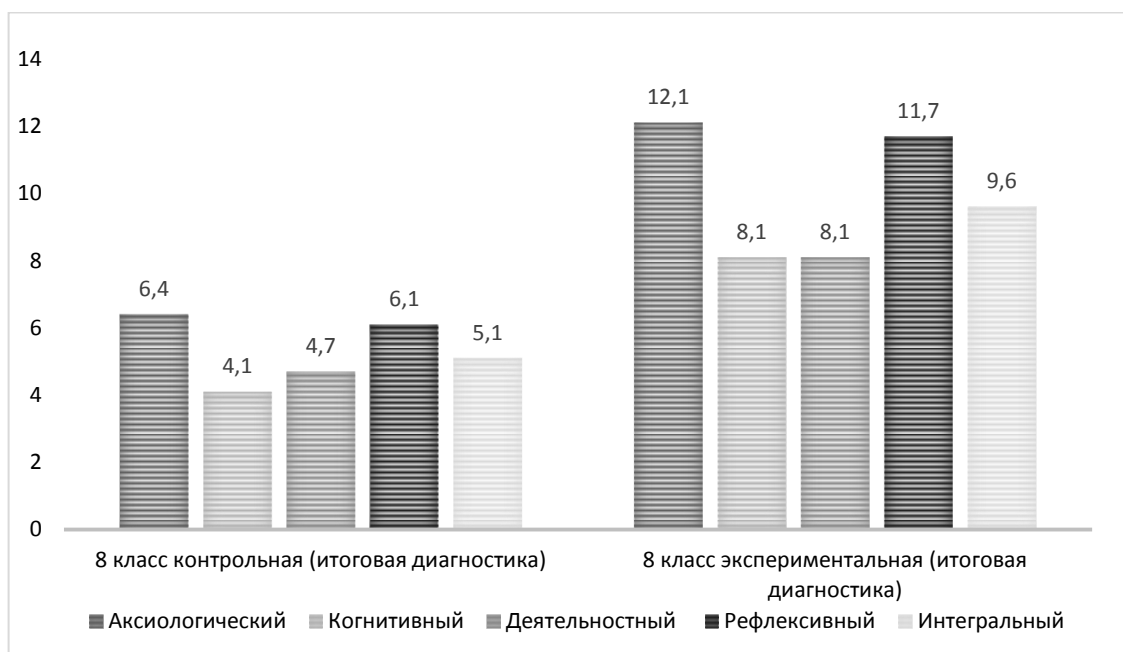


Рисунок 17. – Результаты итоговой уровня сформированности ЕНГ обучающихся контрольных и экспериментальных групп 8 классов

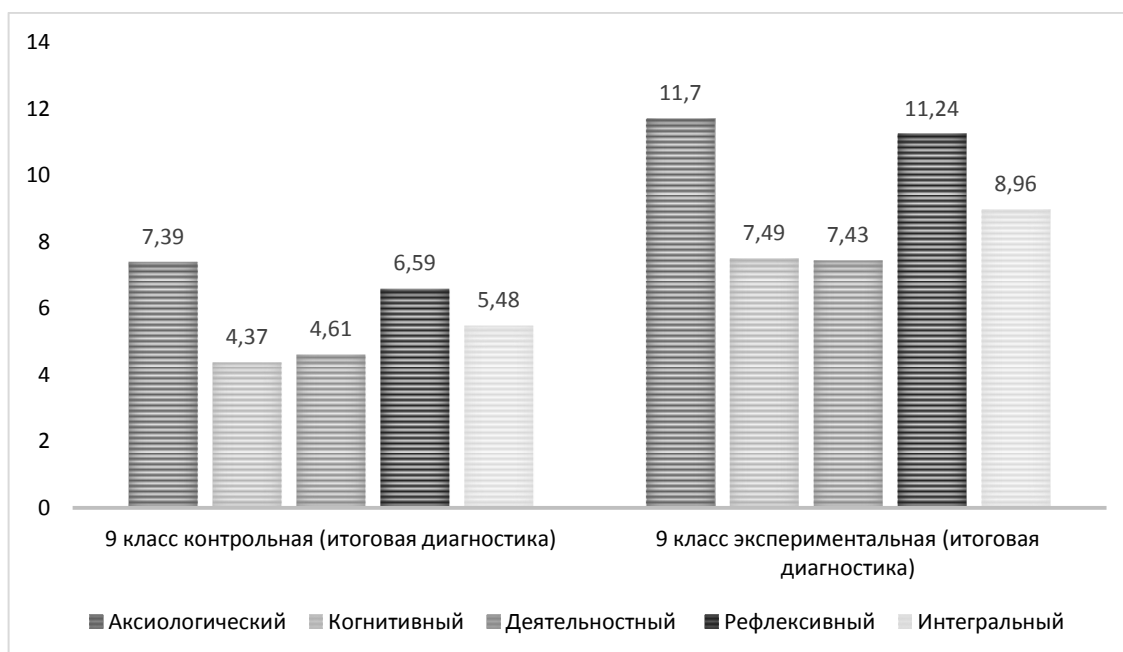


Рисунок 18. – Результаты итоговой уровня сформированности ЕНГ обучающихся контрольных и экспериментальных групп 9 классов

В качестве доказательства различия контрольных и экспериментальных групп по результатам опытно-экспериментальной работы использовался стати-

стический непараметрический критерий Вилкоксона-Манна-Уитни (таблица 12).

Таблица 12

Эмпирическое значение критерия Вилкоксона-Манна-Уитни контрольных и экспериментальных групп после опытно-экспериментальной работы

Значение критерия Вилкоксона-Манна - Уитни	Сравниваемые группы		
	Седьмые классы	Восьмые классы	Девятые классы
Эмпирическое по интегральному показателю	5,80	5,73	5,00
Эмпирическое по аксиологическому критерию	4,88	5,39	4,75
Эмпирическое по когнитивному критерию	5,93	5,73	5,46
Эмпирическое по деятельностиному критерию	5,47	5,73	5,10
Эмпирическое по рефлексивному критерию	4,69	5,30	5,48
Критическое	1,96	1,96	1,96

Сопоставление эмпирического и критического значений критерия Вилкоксона-Манна-Уитни доказывает 95% достоверность различий сравниваемых выборок по четырем выделенным критериям и по интегральному показателю сформированности ЕНГ.

По результатам итоговой диагностики можно сделать вывод о достоверности различий результатов оценки уровня сформированности ЕНГ контрольной и экспериментальной групп и результативности внедрения методической системы формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий.

Выводы по главе 3

1. Результаты констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы позволяют утверждать, что существует социальный запрос на формирование ЕНГ при обучении химии в основной школе.

2. Результаты констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы выявили потребность в заданиях на естественно-научную грамотность, которые могли бы использоваться на уроках естественнонаучных предметов с формирующей целью, интегрируясь в текущий учебный материал по предмету. Учителям требуется методика самостоятельного составления таких заданий под замысел конкретного урока и не требующие экспертного участия способы оценивания ЕНГ.

3. Предлагаемая методика критериальной оценки уровня сформированности ЕНГ показывает результаты, коррелирующие с методикой международных сравнительных исследований, и может быть использована для текущего оценивания уровня сформированности ЕНГ школьников учителями - предметниками.

4. По итогам начальной диагностики обучающихся контрольной и экспериментальной групп во всех исследуемых возрастных группах отмечается невысокий (преимущественно базовый) уровень сформированности ЕНГ (сходные данные в отношении российских школьников показывает и исследование PISA). Это обуславливает необходимость целенаправленной работы в области формирования ЕНГ.

5. По итогам формирующего этапа опытно-экспериментальной работы в рамках реализации разработанной методической системы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии выявлено повышение уровня сформированности ЕНГ по четырем выделенным критериям и по интегральному показателю у обучающихся экспериментальных групп 7, 8, 9 классов по сравнению с контрольными группами, что позволяет говорить о достоверности полученных результатов исследования и возможности использования пред-

ставленной методической системы формирования ЕНГ на основе интегративных контекстных заданий при обучении химии.

Заключение

Диссертационное исследование позволило предложить теоретически обоснованное решение актуальной для образовательной практики проблемы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий при обучении химии на уровне основного общего образования в рамках урочного обучения.

Основными итогами исследования мы полагаем:

1) формирование естественнонаучной грамотности на уроках химии в основной школе на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий представлено в виде методической системы, методологическими основаниями которой выступают интегративный, компетентностный и задачный подходы, теоретическими основаниями — исследования по мониторингу и формированию ЕНГ при обучении естественнонаучным предметам, методики обучения химии в основной школе, теории дидактической эвристики и контекстного обучения. Для отбора, структурирования учебного материала использован принцип межпредметности, для определения места содержания обучения при формировании ЕНГ применен принцип систематичности. Конструирование интегративных контекстных заданий базируется на принципе метапредметности, а процесс их решения — на принципе активизации обучения;

2) организация учебной деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии в основной школе позволяет в процессе освоения предметного химического содержания создать условия для формирования межпредметных связей химии и физики, химии и биологии, овладения методами естественнонаучного исследования у обучающихся основной школы, частнонаучными методами химии, через формирование представлений о практической значимости химии в жизни человека на разных уровнях – личном, государственном, общемировом, что способствует достижению предметных результатов и формированию ЕНГ в процессе освоения учебного предмета «Химия»;

3) выделена содержательная часть формирования ЕНГ на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий, включающая: предметные знания и умения по химии; межпредметные естественнонаучные знания и особенности (методы) естественнонаучного исследования, связанные с построением теоретического и эмпирического знания; метапредметные умения, соотносимые с УУД; ценностные отношения, сопоставимые с личностными результатами;

4) предложена и апробирована методика конструирования интегративных контекстных заданий, позволяющая учителям химии разрабатывать задания для формирования ЕНГ в содержательном поле текущего изучаемого материала;

5) обоснована и доказана эффективность разработанной методики обучения решению интегративных контекстных заданий как средства формирования ЕНГ, обеспечивающая вариативность методов и методических приемов с учетом способа работы с информацией при решении задач;

6) предложена доступная для учителя критериальная методика оценивания сформированности ЕНГ на основе аксиологического, когнитивного, деятельностного и рефлексивного критериев и выделенных показателей; доказана корреляция получаемых результатов с результатами сравнительных исследований сформированности ЕНГ.

Итоги опытно-экспериментальной работы подтвердили правомерность выдвинутой гипотезы. Цель исследования достигнута, поставленные задачи решены в полном объеме.

Результаты исследования могут быть применены при обучении химии в основной школе на базовом и углубленном уровне. Методика конструирования интегративных контекстных заданий с учетом темы конкретного урока и запланированных на нем результатов, способы организации учебной деятельности по решению могут быть использованы в образовательной практике для формирования ЕНГ при обучении химии; содержательного обновления учебных дисциплин в педагогическом вузе при обучении студентов по химико-

педагогическим специальностям и направления, в системе переподготовки и повышения квалификации учителей.

Перспективы дальнейшего развития исследования заключаются в изучении возможностей распространения представленной модели на другие возрастные группы и учебные предметы, в частности географию, экологию, астрономию; включение в интегративные контекстные задания элементов демонстрационного, ученического и домашнего эксперимента; выявление потенциала методики критериального оценивания сформированности ЕНГ в выявлении индивидуальных познавательных затруднений школьников в формировании ЕНГ и путей их преодоления; возможности формирования ЕНГ во внеурочной деятельности и дополнительном образовании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулаева О.А. Критерии готовности обучающихся к выбору физико-технического профиля обучения / О.А. Абдулаева, Д.С. Ямщикова // Физика в школе. – 2019. – №3 – С. 45-49.
2. Алексашина И.Ю. Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся / И.Ю. Алексашина, О.А. Абдулаева, Ю.П. Киселев – СПб.: КАРО, 2019. – 130 с.
3. Алексашина И.Ю. Роль интегрированного курса «Естествознание» в формировании системного мышления учащихся / И.Ю. Алексашина, Д.С. Ямщикова // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т.2. – №5. – С. 185-187.
4. Алексеева Е.Е. Методические особенности формирования математической грамотности учащихся как составляющей функциональной грамотности / Е.Е. Алексеева // Мир науки, культуры, образования. – 2020. – № 4 (83). – С. 214-218. doi:10.24411/1991-5497-2020-00735.
5. Алюкова Е. В. Методы и принципы формирования и оценивания функциональной грамотности учащихся [Электронный ресурс] / Е.Алюкова – URL: <https://rcpohv.minobr63.ru/metody-i-principy-formirovaniya-i-ocenivaniya-funkcionalnoj-gramotnosti-uchashhixsya/> (дата обращения 20.08.2024).
6. Андреева Н.Д. Проблемы, недостатки и достоинства естественно-научного образования российских школьников / Н.Д. Андреева // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки – 2014. – № 3 (28). – С. 92-95.
7. Андреева Н.Д. Особенности обучения биологии школьников в контексте современного образовательного процесса / Н.Д. Андреева, В.В. Даниленко // Актуальные проблемы биологического и экологического образования в средней и высшей школе: инновации и опыт: Материалы международной научно-практической конференции, 14-15 октября 2016 г., Алматы (Казахстан). – Алматы: Изд-во КазНПУ им. Абая «Нлагат, 2016. – С. 13-15.

8. Анурова И.В. Формирование функциональной социокультурной грамотности на среднем этапе обучения в школе с углубленным изучением иностранного языка: На материале испанского языка : автореферат дис. ... кандидата педагогических наук : 13.00.02 / И.В. Анурова – Моск. пед. гос. ун-т. - Москва, 2001. – 18 с.
9. Артеева М.В. Эвристическое обучение на уроках биологии: из опыта внедрения в практику / М.В. Артеева // Эйдос. – 2015. – № 3. – С. 7-16.
10. Аршанский Е.Я. Непрерывная химико-методическая подготовка обучающихся в системе «профильный класс – педвуз – профильный класс»: Монография / Е.Я. Аршанский – М.: Прометей, 2005. – 256 с.
11. Аршанский Е. Я. Ситуационные задачи в практико-ориентированном обучении / Е.Я. Аршанский, В.Э. Огородник // Химия в школе. – 2016. – № 9. – С. 21-23.
12. Асанова Л. И. О разработке заданий для формирования и оценки естественно-научной грамотности / Л. И. Асанова // Химия в школе. – 2022. – № 3. – С. 22-30.
13. Асанова Л. И. Формирование и оценка естественнонаучной грамотности при изучении химии / Л. И. Асанова // Актуальные проблемы обучения химии, биологии, экологии и естествознанию в условиях цифровизации образования : Сборник научных трудов / Под редакцией П.А. Оржековского. – Москва : Московский педагогический государственный университет, 2020. – С. 244-249.
14. Асхадуллина Н. Н. Понимание особенностей эвристического обучения на уроках литературы в повышении функциональной грамотности обучающихся / Н.Н. Асхадуллина, Э.С.Каракеян // Проблемы современного педагогического образования. – 2016. – № 64-1. – С. 26-30.
15. Ахметов М.А. Секреты контекстной задачи // Школьные технологии. – 2017 – №1. [Электронный ресурс] / М.А. Ахметов. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sekrety-kontekstnoy-zadachi> (дата обращения 20.08.2024).

16. Бабурова И. В. Воспитание ценностных отношений школьников в образовательном процессе: автореферат дисс.... докт. пед. наук 13.00.01 / И.В. Бабурова – Смоленск. – 2009. – 44 с.
17. Баксанский О.Е. Естествознание: актуальные когнитивные концепции / О.Е. Баксанский – М.: Наука. – 2018. – 312 с.
18. Басова Е.А. Формирование у подростков функциональной грамотности в сфере коммуникации (на материале гуманитарных предметов): 13.00.01 / Е.А. Басова – Москва – 2012 – 223 с.
19. Басюк В.С. Инновационный проект Министерства просвещения «Мониторинг формирования функциональной грамотности»: основные направления и первые результаты / В.С. Басюк, Г.С. Ковалева // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – №4 (61). – С. 13-33.
20. Батухтина, Е.В. Педагогические технологии в контекстном обучении будущих бакалавров биологии / Е.В. Батухтина // Теория и практика образования в современном мире: материалы III Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, май 2013 – Санкт-Петербург: Реноме. – 2013. – С. 147-149.
21. Бахарева Е.В. Развитие профессиональной компетентности учителя по формированию функциональной грамотности учащихся основной школы: автореферат дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Е.В. Бахарева – Москва – 2009. – 24с.
22. Беликова Р. М. Развитие естественнонаучной грамотности обучающихся средствами дополнительного образования / Р.М. Беликова, Е.Г. Новолодская // Педагогическая перспектива. – 2022. – № 1 (5). – С. 57–63.
23. Беловолова Е.А. Концепция развития предметной деятельности обучающихся в основном общем географическом образовании: автореферат дисс. докт. пед. наук 13.00.02 / Е.А. Беловолова – Москва. – 2021. – 50 с.
24. Беляева Ж. В. Обучение учащихся основной школы естественнонаучным методам познания на основе межпредметных связей биологии, химии и физики: автореферат дисс. канд. пед. наук 13.00.02 / Ж.В. Беляева – Москва – 2015 – 22 с.

25. Берулава М. Н. Интеграционные процессы в образовании / М.Н. Берулава // Интеграция содержания образования в педагогическом вузе: Сб. науч. тр.– Бийск : Науч.-изд. центр Бийс. гос. пед. ин-та, 1994. – С. 3–9.
26. Берулава М. Н. Интеграция содержания образования / М.Н. Берулава – М.: Педагогика, 1993. – 175 с.
27. Биология. 5-9 классы. Линейный курс. Рабочие программы к линии УМК под редакцией В.В. Пасечника: учебно-методическое пособие / Колесов Д.В., Маш Р.Д., Беляев И.Н. – М. : Просвещение, 2024. – 416 с.
28. Битюк В.Л. Проектная методика как способ реализации принципов контекстного обучения / В.Л. Битюк // Вестник АГТУ. – 2009. – №1. – С. 46–48.
29. Блинкова Л.В. Педагогическая система формирования функциональной грамотности школьников/ Л.В. Блинкова, Н.П. Вебер, Л.П. Виноградова // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2009. – № 1. – С. 91–98.
30. Бойцова Е.Г. Формирующее оценивание образовательных результатов учащихся в современной школе / Е.Г. Бойцова // Человек и образование. – 2014. – №1 (38). – С. 81-87.
31. Борзова З.В. Формирование естественно-научной грамотности — приоритетная цель изучения предметов естественного цикла / З.В. Борзова // Биология в школе. – 2021. – № 3. – С. 43-47.
32. Васильченко Е.С. Использование форм и методов эвристического обучения на уроках биологии в рамках новых образовательных стандартов / Е.С. Васильченко // Современный учитель дисциплин естественнонаучного цикла: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ишим. – 2017. – С. 56-59.
33. Величко А.Н. Готовность учителей и учеников к использованию и выполнению заданий по естественнонаучной грамотности / А.Н. Величко, Е.Ю. Пимонова // Вестник педагогических инноваций. – 2021. – № 3 (63). – С. 86–104.
34. Вербицкий А.А. Контекстное обучение в компетентностном подходе / А.А. Вербицкий // Высшее образование в России. – 2006. – № 11. – С. 39-46.

35. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А.А. Вербицкий – М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.
36. Вербицкий А.А. О категориальном аппарате теории контекстного образования /А.А. Вербицкий // Высшее образование в России. – 2017. – № 6 (213). – С. 57-67.
37. Вергелес Г. И. Дидактика / Г. И. Вергелес, В. С. Конева. – М., 2006. – 284 с.
38. Воробьев И.И. Учебная задача как методическое средство построения курса физики: Дисс. канд. пед. н. – Новосибирск, 2002.
39. Выготский Л. С. Психика, сознание, бессознательное / Л.С. Выготский – М: изд-во БЗО при педагогическом факультете 2-го МГУ. – 1930. – Вып. 4. – С. 48-61.
40. Габриелян О.С. Компетентностный подход в обучении химии / О.С. Габриелян, В.Г. Краснова // Химия в школе. – 2007. – № 2. – С. 16-22.
41. Гавронская Ю.Ю. Формирование функциональной естественнонаучной грамотности школьников / Ю.Ю. Гавронская, Д.С. Ямщикова // Педагогика.– 2021. – № 1. – С. 48-54.
42. Гавронская Ю.Ю. Развитие естественнонаучной грамотности школьников / Ю. Ю. Гавронская // Методика преподавания в современной школе: проблемы и инновационные решения: Материалы российско-узбекского образовательного форума по проблемам общего образования, Ташкент, 23–24 ноября 2022 года / Под научной редакцией С.В. Тарасова. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2022. – С. 395-401.
43. Гостева Ю.Н. Теория и практика оценивания читательской грамотности как компонента функциональной грамотности / Ю.Н. Гостева, М.И. Кузнецова, Л.А. Рябинина, Г.А. Сидорова, Т.Ю. Чабан // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – №4 (61). – 78–83.

44. Громов А.Н. Функции дидактической интеграции / А.Н. Громов // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена – 2008 – № 54 – С. 351-353.
45. Губанова Е.В. Продуктивный подход в обучении школьников решению нестандартных задач: Дисс. канд. пед. н. – Саратов, 2004.
46. Гузеев В.В. О системе задач и задачном подходе к обучению / В.В. Гузеев / Химия в школе. – 2001. № 8. – С.12-18.
47. Данильчук В.И. Контекстные экспериментальные задачи по физике как средство формирования компетенций учащихся / В. И. Данильчук, Е. В. Донскова, Т. В. Клеветова // Наука и школа. – 2013. – № 2. – С. 99–104.
48. Драницына Г.Н. Контекстные задачи на уроках химии [Электронный ресурс] / Г.Н. Драницына / – URL: <https://videouroki.net/razrabotki/kontekstnye-zadachi-na-urokakh-khimii.html> (дата обращения 1.09.2024).
49. Дубицкая Л.В. Методическая система подготовки учителя к реализации педагогической интеграции в естественнонаучном образовании учащихся средней школы: дисс. докт. пед. наук. 13.00.02 / Л.В. Дубицкая. – Москва. – 2016. – 247 с.
50. Дубицкая Л.В. Интеграция естественнонаучных дисциплин в школе / Л. В. Дубицкая // Школа будущего. – 2016. – № 5. – С. 70–82.
51. Егорова К.Е. Пути и условия разработки и использования ситуационных заданий как средство достижения запланированных результатов в обучении химии (на примере классов гуманитарного профиля) / К.Е. Егорова, А.Н. Наумова // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. Серия: Педагогика. Психология. Философия. – 2020. – № 3(19). – С. 20–29.
52. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов / О.Ю. Ермолаев – М.: Флинта, 2003. – 366 с.

53. Ермоленко В.А. Функциональная грамотность в современном контексте [Электронный ресурс] / В.А. Ермоленко / – URL: <http://www.library.ru/sociolog/text/article.bhp7auid77> (дата обращения 01.08.2024)
54. Естественно-научная грамотность. Живые системы. Тренажер 7-9 классы: учеб. пособие для общеобразовательных организаций / Ю.П. Киселев, Д.С. Ямщикова; научный редактор И.Ю. Алексашина: М. Просвещение, 2020. – 224 с.
55. Естественно-научная грамотность. Земля и космические системы. Тренажер 7-9 классы: учеб. пособие для общеобразовательных организаций / О.А. Абдулаева, А.В. Ляпцев, Д.С. Ямщикова; научный редактор И.Ю. Алексашина. – М. Просвещение, 2020. – 239 с.
56. Естественнонаучная грамотность: пособие по развитию функциональной грамотности старшеклассников / [Л. И. Асанова, И. Е. Барсуков, Л. Г. Кудрова и др.]. – Москва : Академия Минпросвещения России, 2021. – 84 сс.
57. Жулькова Н.В. Организация учебной деятельности учащихся по химии при разработке и решении ситуационных задач / Н.В. Жулькова, Г.М. Чернобелская // Обучение и воспитание: методики и практика – 2013. – № 6. – С. 91–96.
58. Загвязинский В. И. Теория обучения: Современная интерпретация / В.И. Загвязинский – М.: Академия, 2001. – 192 с.
59. Загвязинский В.И. Методология и методика социально-педагогического исследования / В.И. Загвязинский – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 1995. – 215 с.
60. Заграничная Н.А. Научный метод познания в школьном естественнонаучном образовании: обучение химии и биологии / Н.А. Заграничная, Л.А.Паршутина, А.Ю. Пентин // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 1. – № 1 (57). – С. 6–27.
61. Занков Л.В. Избранные педагогические труды: 3-е изд., дополн. / Л.В. Занков – М.: Дом педагогики, 1999. – 608 с.

62. Зимняя, И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании / И.А. Зимняя. – М.: Издательство Исследовательского центра проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 40 с.

63. Исследование «PISA для школ» Руководство читателя к школьному отчету. 2020 [Электронный ресурс] – URL: [https://www.oecd.org/pisa/pisa-for-schools/Reader's guide in Russian.pdf](https://www.oecd.org/pisa/pisa-for-schools/Reader's%20guide%20in%20Russian.pdf) (дата обращения: 09.12.2022)

64. Карасова И.С. Обучение физике в условиях эвристических методов учебного познания / И.С. Карасова, Н. В. Андриевских // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. – 2013. – № 8. – С. 62–73.

65. Качалова Г.С. Химическая грамотность как компонент естественнонаучной грамотности обучающихся / Г.С. Качалова // Вестник педагогических инноваций. – 2021. – № 3 (63). – С. 7–85.

66. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук / Б.М. Кедров – М.: Наука, 1967 – 436 с.

67. Клеветова Т.В. Формирование компетенций учащихся в системе дополнительного образования по физике / Т. В. Клеветова, С. В. Крючков // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2017. – № 1(114). – С. 78–81.

68. Ковалева Г.С. О международной программе PISA-2009 и одном из результатов по критериям: математическая и естественнонаучная грамотность / Г.С. Ковалева // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. – 2011. – №1. – С. 3-10.

69. Ковалева Г.С. Что необходимо знать каждому учителю о функциональной грамотности // Вестник образования России. – 2019. – № 16. – С. 32-36

70. Ковалева Г.С., Колачев Н.И. Функциональность проекта «Мониторинг формирования функциональной грамотности обучающихся». 2023. Т. 2, № 1 (90). С.9–32 . doi: 10.24412/2224-0772-2023-90-9-32

71. Колесникова Г.М. Развитие естественно-научной функциональной грамотности / Г. М. Колесникова // Молодой ученый. – 2016. – № 7.3 (111.3.). – С. 13-15.
72. Король Д.А. Секреты эвристического обучения: взгляд на мир другими глазами, современные подходы к формированию творческой личности, ее индивидуальной образовательной траектории / Д.А. Король // Народная асвета. – 2014. – № 2. – С. 17-20.
73. Кочергина Н.В. Демонстрационно-информационные комплексы школьного курса физики как средства формирования естественнонаучной грамотности / Н.В. Кочергина, А.А. Машиньян // Перспективы науки и образования. – 2016 – №5 (23). – С. 78-81.
74. Крысанова О.А. Ситуационная задача как ресурс эвристического обучения / О.А. Крысанова // Вестник Института образования человека. – 2014. – № 2. – С. 12-32.
75. Крысанова О.А. Анализ исследований, направленных на формирование у обучающихся естественнонаучной грамотности / О.А. Крысанова, В.С. Белова // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития: материалы IV международной научно-методической конференции. – 2019 – С. 183–185.
76. Кондратьев А.С. Методы решения задач по физике / А.С. Кондратьев, А.В. Ляпцев, Л.А. Ларченкова; научный редактор: Игнатова В. Р. – 2-е изд. СПб. Физматлит, 2022. – 320 с.
77. Кулюткин, Ю.Н. Эвристические методы в структуре решений / Ю.Н. Кулюткин – М.: Педагогика, 1970 – 229 с.
78. Ларченкова Л. А. Ошибки формального применения закона сохранения энергии в задачах по электростатике / Л. А. Ларченкова, А. В. Ляпцев // Физическое образование в ВУЗах. – 2022. – Т. 28. № 1. – С. 22-35. – DOI 10.54965/16093143_2022_28_1_22.

79. Ларченкова Л.А. Методическая система обучения решению физических задач в средней школе: монография / Л.А. Ларченкова – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2013 – 155 с
80. Ларченкова Л.А. Физические задачи как средство достижения целей физического образования в средней школе : монография / Л. А. Ларченкова ; Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена. – Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2013. – 159 с.
81. Лебедев О.Е. Компетентностный подход в образовании / О.Е. Лебедев // Школьные технологии – 2014 – № 5 – С. 3–12.
82. Левин К. Динамическая психология: Избранные труды / Под общ. ред. Д. А. Леонтьева и Е. Ю. Патяевой – М.: Смысл, 2001. – 514 с.
83. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. 2-е изд., стер. / А.Н. Леонтьев – М.: Академия, 2005 – 352 с.
84. Леонтьев А.А. Педагогика здравого смысла / А.А. Леонтьев // Психологический журнал, издательство Наука. – 1999 – Т. 13. – № 2. – С. 107-120.
85. Лернер И.Я. Познавательные задачи в обучении истории: (Материалы к опыт. работе учителей) / И.Я. Лернер – М.: Просвещение, 1968 – 94 с.
86. Литвинова Т.Н. Функциональная химическая грамотность как необходимый компонент профессиональной компетентности будущих врачей / Т.Н. Литвинова, М.Г. Литвинова // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей; главный редактор Е.Я. Аршанский – 2016. – С. 265-268.
87. Лукичева Е.Ю. Математическая грамотность школьников: по следам международных исследований / Е.Ю. Лукичева // Образование: Ресурсы развития. Вестник ЛОИРО. – 2020. – № 2 – С 64-72.
88. Ляпцев А. В. Роль курса «Концепции современного естествознания» в естественнонаучной подготовке учителя / А.В. Ляпцев // Современные ракурсы естественнонаучного образования: Методика как наука и учебный предмет. – 2000. – Вып.2. – С. 37-54.

89. Максимова Н.В. О критериях сформированности функциональной грамотности / Н.В. Максимова // Сибирский учитель. – 2012. – № 1 (80). – С. 40-42.
90. Мамлеева С.Б. Изучение биологической грамотности школьников / С.Б. Мамлеева // Вестник науки. – 2021. – Т. 4. – № 4 (37). – С. 44-46.
91. Матюшкина М.Д. Исследование эффективности школы по различным критериям (результаты ЕГЭ и функциональная грамотность выпускников) / М.Д. Матюшкина, К.Ю. Белоусов // Проблемы современного образования. – 2020. – № 1 – С. 102-118.
92. Матях И.В. Корреляционный анализ методов определения весовых коэффициентов значимости для системы оценки социально-экономических показателей развития предприятия / И.В. Матях, Е.О. Савкова // Информатика и кибернетика. – 2015. – № 2. – С 72-75.
93. Мельникова Л.А. Содержательные аспекты контекстного подхода / Л. А. Мельникова, О. Н. Попова // Таврический научный обозреватель. – 2015. – № 5-2. – С. 43-49.
94. Методология и критерии оценки качества общего образования в общеобразовательных организациях на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся: Утверждены приказом Министерства просвещения Российской Федерации и приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 06.05.2019 № 590/219 (с изменениями от 24.12.2019 № 1718/716) [Электронный ресурс] – URL: <https://fioco.ru/Media/Default/Documents/Методология/Методология.pdf> (дата обращения: 01.09.2024).
95. Миренкова Е.В. К вопросу о формировании химической грамотности / Е.В. Миренкова // Химия в школе. – 2021. – № 4. – С. 15-19.
96. Мишина О.С. Естественно-научная грамотность как аксиологический ориентир современного школьного биологического образования / О.С. Мишина, Р.Г. Иванов, О.А. Завальцева // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 69-2. – С. 119-122.

97. Мишина Е.Ф. Эвристический метод в преподавании органической химии в средней школе: автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Е.Ф. Мишина – М.: Просвещение, 1960. – 18 с.
98. Набиева Т.В. Формирование гражданской грамотности старшеклассников: автореферат диссертации на соискание степени кандидата педагогических наук: специальность: 13.00.01 – Общая педагогика, история педагогики и образования / Т.В. Набиева, научный руководитель: А.С. Гаязов – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования: Башкирский государственный педагогический университет – Уфа – 2005. – 26 с.
99. Новиков А. М. Методология образования. Издание второе. — М.: «Эгвес», 2006. — 488 с.
100. Новиков, А.М. Научно-экспериментальная работа в образовательном учреждении / А.М. Новиков – М.: Политиздат, 1998. – 312 с.
101. Об исследовании PISA [Электронный ресурс] – URL: <https://fioco.ru/Contents/Item/Display/2201447> (дата обращения: 01.09.2024).
102. Оржековский П. А. 2.3. Роль креативности в формировании функциональной и естественно-научной грамотности / П. А. Оржековский, С. Ю. Степанов // Цифровизация динамики развития мышления школьников в учебной деятельности : монография. – Москва : Московский педагогический государственный университет, 2022. – С. 110-118.
103. Оржековский П.А. Реализация продуктивной модели обучения в школьных учебниках / П.А. Оржековский // Химия в школе. – 2018. – №4. – С. 14-17.
104. Оржековский П.А. Творческое мышление учащихся: оценки динамики развития / П.А. Оржековский // Химия в школе. – 2021. – №3. – С. 20-24.
105. Оржековский П.А. Объяснять как устроен мир, или учить познавать мир? / П.А. Оржековский // Химия в школе. – 2021. – №8. – С. 2-6.
106. Орлова С. Л. Возможности экспертизы заданий для оценки функциональной грамотности обучающихся в системе дополнительного профессио-

нального образования педагогов / С.Л. Орлова, Е.М. Таслицкая, Т.В. Четвертных // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – №4 (61)). – С. 45-49.

107. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности учащихся основной школы [Электронный ресурс] – URL: http://skiv.instrao.ru/support/demonstratsionnye-materialya/ЕГ_2019_основные_подходы.pdf (дата обращения: 11.12.2022).

108. Основные результаты Международного исследования PISA-2015 [Электронный ресурс] – URL: http://www.centeroko.ru/download/Report_PISA2015.zip (дата обращения: 01.09.2024).

109. Оспенников А.А. Применение ресурсов глобальной сети при реализации технологии контекстного обучения школьников решению физических задач / А. А. Оспенников, Е. В. Оспенникова, Н. В. Бутова, Д. А. Антонова // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2019. – № 15. – С. 80-96.

110. Павлович В.В. Профильное обучение биологии в школе: теория и практика реализации / В.В. Павлович, А.В. Теремов // Наука и школа. – 2018. – № 2. – С. 46-52.

111. Пак М.С. Формирование универсальных учебных действий школьника при обучении химии // М.С. Пак, А.Н. Лямин // Концепт – 2012 – № 6 – С. 98-103.

112. / А.Ю. Пентин, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 1. – № 4 (61). – С. 80-97.

113. Пентин А. Ю. Формы использования заданий по оцениванию и формированию естественнонаучной грамотности в учебном процессе / А.Ю. Пентин, Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 1. – № 4 (61). – С. 177-195.

114. Пентин А.Ю. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA /

А.Ю. Пентин, Г.С. Ковалева, Е.И. Давыдова, Е.С. Смирнова // Вопросы образования. – 2018. – № 1. – С. 79-109

115. Перовошиков Д. В. Освоение научного метода познания и формирование естественнонаучной грамотности школьников при решении физических задач с астрономическим содержанием / Д. В. Перовошиков // Вестник Вятского государственного университета. – 2020. – № 1. – С. 94-103.

116. Перминова Л. М. Дидактическое обоснование формирования естественнонаучной грамотности / Л.М. Перминова // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2017. – Т. 1. – № 4 (41). – С. 162-171.

117. Перминова, Л. М. Мы живем в предметном мире: культурологический подход к формированию функциональной грамотности / Л. М. Перминова // Наука. Управление. Образование. РФ. – 2023. – № 2(10). – С. 16-27.

118. Петрушкина С.П. Сущность и структура химической грамотности учащихся общеобразовательной школы / С.П. Петрушкина // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. – 2009. – № 11-2. – С. 131-137.

119. Петунин О.В. Метапредметные умения школьников / О.В. Петунин // Народное образование. – 2012. – № 7 (1420). – С. 164-169.

120. Пивоварова, Л. В. Теория и технологии формирования биологической грамотности на интегративной основе: автореферат диссертации на соискание степени доктора педагогических наук, специальность: 13.00.01 - Общая педагогика, история педагогики и образования, защищена 18.07.2009 / Пивоварова Л.В. – Ростов-на-Дону. – 2009. – 37 с.

121. Пимонова Е. Ю. Естественнонаучная грамотность в заданиях по биологии, сформированных учителем / Е. Ю. Пимонова, Т. В. Рыбакова // Вестник педагогических инноваций. – 2021. – № 3(63). – С. 130–151

122. Пичугина Г.В. Повторяем химию на примерах из повседневной жизни / Г.В. Пичугина – М.: АРКТИ, 1999. – 133.с

123. Пойа Д. Как решать задачу : пособие для учителей / пер. с англ. [В. Г. Звонаревой и Д. Н. Белла]; под ред. Ю. М. Гайдука – М., Просвещение, 1961. – 208 с.
124. Пурышева Н. С. Сборник контекстных задач по методике обучения физике / Н.С. Пурышева, Н.В. Ромашкина, Н.В. Шаронова – СПб.: Прометей – 2013. – 116 с.
125. Пурышева Н.С., Крысанова О.А. Ситуационная задача про спячку медведя или как содержание физики «синхронизировать» с процессом освоения физики современными обучающимися / Н.С. Пурышева, О.А. Крысанова // Физика в школе. – 2020. – № 2. – С. 23–31.
126. Романцова Н.Ф. Формирование естественнонаучной функциональной грамотности при изучении физических величин / Н.Ф. Романцова, Т.Н. Кочеткова, О.А. Ефиц // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 67-2. – С. 168–170.
127. Рослова Л. О., Краснянская К. А., Квитко Е. С. Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности / Л.О. Рослова, К.А. Краснянская, Е.С. Квитко // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – №4 (61). – С. 67–69.
128. Рыбакина Н.А. Единство обучения и воспитания в компетентностно-контекстной модели школьного образования // Педагогика и психологи образования. -2017. -№2. -С. 66-74.
129. Салаватулина Л.Р. Решение ситуационных задач как средство формирования профессиональных компетенций будущих педагогов / Л.Р. Салаватулина // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2018. – № 2. – С. 138-147.
130. Семенов А.А. Развитие естественно-научной грамотности посредством учебных исследований по биологии / А.А. Семенов // Биология в школе. – 2021. – № 4. – С. 59-64.

131. Снегурова В.И. Проблемы и ограничения дистанционного обучения математике В.И. Снегурова // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. – 2009. – № 53. – С. 57-60.
132. Снегурова В.И. Основания конструирования системы адаптивного тестирования как инструмента формирования математической грамотности учащихся средней школы / В.И. Снегурова, Н.С. Подходова // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 5. – С. 67-72.
133. Совершенствование системы естественнонаучного образования в школе / А.В.Усова, М.Д. Даммер, В.С. Елагина, М.Ж. Симонова – Челябинск: Образование. – 2002. – 145 с.
134. Сорокин Г.Г. Влияние информационной культуры на функциональную грамотность социального субъекта: автореферат диссертации на соискание степени кандидата социологических наук: специальность: 22.00.04 – Социальная структура, социальные институты и процессы / Сорокин Г.Г. – Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тюменский государственный университет, Тюмень – 2006. – 24 с.
135. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования / С.В. Суматохин // Биология в школе. – 2019. – № 1. – С. 15-22
136. Турчен Д.Н. Новая методика обучения решению расчетных задач по химии в средней школе / Д.Н. Турчен // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2012. – № 5. – С. 91-94.
137. Усольцев А. П. Требования к физическим задачам в контексте формирования функциональной грамотности школьников / А. П. Усольцев, Т. Н. Шамало // Школа будущего. – 2021. – № 2. – С. 316-323.
138. Уткина, Т. В, Роль межпредметных связей в формировании понятия «энергия» / Т. В. Уткина // Биология в школе. – 2007. – № 8. – С. 24-27.
139. Фарахутдинов Ш.Ф. Институциональные основы формирования экологической грамотности: автореферат диссертации на соискание степени кандидата социологических наук: специальность 22.00.04 – Социальная струк-

тура, социальные институты и процессы / Фарахутдинов Ш.Ф. Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тюменский государственный университет – Тюмень. – 2006. – 26 с.

140. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержден приказом Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 № 287 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (дата обращения: 01.09.2024).

141. Федеральная образовательная программа основного общего образования. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 370 "Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования" (Зарегистрирован 12.07.2023 № 74223) – URL: <https://static.edsoo.ru/projects/fop/index.html#/sections/2> (дата обращения: 01.09.2024).

142. Федеральная рабочая программа. Химия. 8–9 классы (базовый уровень) – URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/22_22_ФРП-Химия_8-9-классы_база.pdf (дата обращения: 01.09.2024).

143. Федеральная рабочая программа. | Химия. 8–9 классы (углублённый уровень) – URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/23_ФРП-Химия_8-9-классы_угл.pdf (дата обращения: 01.09.2024).

144. Физика. 7–9 классы : рабочая программа к линии УМК А. В. Перышкина, Е. М. Гутник : учебно-методическое пособие / Н. В. Филонович, Е. М. Гутник. — М. : Дрофа, 2017. — 76, [2] с

145. Фролова П.И. К вопросу об историческом развитии понятия «Функциональная грамотность» в педагогической теории и практике / П.И. Фролова // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2016. – №1 (23). – С. 179-185.

146. Химия 7-9 классы. Рабочая программа к линии УМК О.С. Габриеляна / О.С. Габриелян – М., Дрофа 2017. – 125 с.

147. Хуторской А.В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / А. В. Хуторской – Москва, Изд-во МГУ – 2003. – 415 с.
148. Хуторской А.В. У истоков дидактической эвристики / А.В. Хуторской // Вестник Института образования человека. – 2016. – №2. – С. 12.
149. Чигишева О.П. Интерпретационное своеобразие концепта «функциональная грамотность» в российской и европейской теории образования / О.П. Чигишева, Е.М. Солтовец, А.В. Бондаренко // Интернет-журнал «Мир науки» 2017. – Т. 5. – № 4 [Электронный ресурс] – URL: <http://mir-nauki.com/PDF/45PDMN417.pdf> (дата обращения: 01.09.2024).
150. Шабалина Л.Г. Эвристические приемы и методы в обучении студентов / Л.Г. Шабалина // Вестник Института образования человека. – 2014. – № 2. – С. 18-23.
151. Шаталов М. А. Внутрипредметные и межпредметные связи как механизмы и средства интеграции и фундаментализации в практике общего естественно-научного образования (на примере учебного предмета "Химия") в средней школе / М. А. Шаталов // Интеграция образования в области естественных и точных наук / Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2019. – С. 181-197.
152. Шаталов М. А. О некоторых аспектах состоянии практики формирования естественно-научной картины мира обучающихся / М. А. Шаталов, Д. М. Левкин // Мир науки, культуры, образования. – 2024. – № 5(108). – С. 233-236. – DOI 10.24412/1991-5497-2024-5108-233-236.
153. Шеромова Т.С. Ситуационные задачи исторического характера: структура и специфика использования в аспекте метапредметности / Т.С. Шеромова // Вестник Костромского государственного университета. – 2017. – № 2. – С. 159-160.
154. Шорова Ж.И. Обучение химии в средней школе на основе эвристического подхода / Ж.И. Шорова, О.А. Рябченко // Вестник Адыгейского госу-

дарственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2008. – № 4. – С. 122-126.

155. Шутова И.В. Методика оценивания функциональной грамотности учащихся в процессе обучения химии: диссертация на соискание степени кандидата педагогических наук, специальность: 13.00.02 Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) / И.В. Шутова; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»; научный руководитель Пак М.С. – Санкт-Петербург – 2003. – 183 с.

156. Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности / Э.Г. Юдин – М.: Наука, 1978. – 391 с.

157. Ямщиков С.И. Развитие функциональной грамотности школьников на основе интеграции материала биологии, химии, основ безопасности жизнедеятельности / С.И. Ямщиков, Д.С. Ямщикова // сборник статей по материалам 68-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: Актуальные проблемы химического и экологического образования. Верховский-150, Санкт-Петербург. – 2023. – С. 156-159.

158. Ямщикова Д.С. Межпредметное взаимодействие в изучении естественнонаучных дисциплин, как фактор повышения качества естественнонаучного образования / Д.С. Ямщикова // Физика в школе. – 2016. – №3. – С. 127-130.

159. Ямщикова Д.С. О критериях оценки интеграционных результатов освоения курса «Естествознание» / Д.С. Ямщикова // Научно-методический журнал «Физика в школе» специальный выпуск. – 2018. – № 2/2018. – С. 230-233.

160. Ямщикова Д.С. О критериях оценки интеграционных результатов освоения курса «Естествознание» / Д.С. Ямщикова // Физика в школе. – 2018. – № S2. – С. 178-183.

161. Ямщикова Д.С. Интегрированные курсы внеурочной деятельности как средство формирования метапредметных образовательных результатов в

условиях реализации ФГОС / Д.С. Ямщикова // Физика в школе. – 2020. – № 2с. – С. 82-87.

162. Ямщикова Д.С. Критерии оценки экологической культуры младших школьников В сборнике: / Д.С. Ямщикова // Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции аспирантов, соискателей, докторантов, научных руководителей, молодых ученых, специализирующихся в области образования: Тенденции развития современной педагогической науки – Санкт-Петербург. – 2020. – С. 104-108.

163. Ямщикова Д.С. Контекстные задания по биологии как средство формирования естественнонаучной грамотности обучающихся 7-9 классов / Д.С. Ямщикова // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 3. [Электронный ресурс] – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31721> (дата обращения: 01.08.2023)

164. Ямщикова Д.С. Критериальное оценивание естественнонаучной грамотности на основе решения контекстных заданий по химии в основной школе / Д.С. Ямщикова // Письма в Эмиссия.Оффлайн (The Emissia.Offline Letters): электронный научный журнал. 2022. – №8 (август). – ART 3112. [Электронный ресурс] – URL: <http://emissia.org/offline/2022/3112.htm> (дата обращения: 01.09.2024).

165. Ямщикова, Д. С. Методика обучения решению интегративных контекстных заданий в целях формирования естественнонаучной грамотности школьников на уроках биологии, физики, химии / Д. С. Ямщикова // Методика преподавания в современной школе: проблемы и инновационные решения : Материалы российско-узбекского образовательного форума по проблемам общего образования, Ташкент, 23–24 ноября 2022 года / Под научной редакцией С.В. Тарасова. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2022. – С. 440-447.

166. Ямщикова Д. С. Формирование междисциплинарных связей у обучающихся школы на основе заданий контекстного характера / Д. С. Ямщикова

// Осовские педагогические чтения «Образование в современном мире: новое время - новые решения». – 2022. – № 1-2. – С. 560-565.

167. Яровая Е. А. Комплексный подход к формированию математической и естественнонаучной грамотности обучающихся основной школы / Е. А. Яровая // Вестник педагогических инноваций. – 2021. – № 3(63). – С. 35-53.

168. Bybee R. W. (1995). Achieving scientific literacy / R. W. Bybee // The Science Teacher. – 1995. – 62(7). – P. 28-33.

169. DeBoer G. E. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform / G. E. DeBoer // Journal of Research in Science Teaching. – 2000. – № 37 (6). – P. 582-601

170. Hurd P. Science literacy: Its meaning for American schools / P. Hurd // Educational Leadership. – 1958. – V. 16. – P.13-16.

171. Liu X. Beyond science literacy: Science and the public. International / X. Liu // Journal of Environmental & Science Education. – 2009. – №4 (3). – С. 301-311.

172. McCurdy R. Toward a population literate in science / R. McCurdy // The Science Teacher. – 1958. – № 25. – С. 366-368.

173. PISA — тест на компетентность [Электронный ресурс] – URL: <https://rosuchebnik.ru/material/issledovaniya-pisa-2018-v-rossii/> (дата обращения: 02.09.2024).

174. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. Paris: OECD Publishing, 2019 –308 p. – [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en> (дата обращения: 01.09.2024).

175. PISA-2018 Краткий отчет по результатам исследования 2000. – 26 p. [Электронный ресурс] – URL: https://fioco.ru/Media/Default/Documents/ИИЭ/PISA2018ДО_Едаòèèèî÷àò.pdf (дата обращения: 01.09.2024).

176. Schleiche Andreas World Class: How to Build a 21st-Century School System, Strong Performers and Successful Reformers in Education, OECD Publish-

ing. – Paris. – 2018 [Электронный ресурс] – URL:
<https://doi.org/10.1787/9789264300002-en> (дата обращения: 01.09.2024).

177. Wilkinson J. A quantitative analysis of physics textbooks for scientific literacy themes / J. Wilkinson // Research in Science Education. – 2009. - № 4. – P. 34-39.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Предметные знания и умения по биологии, физике, химии

Предметные знания	Предметные умения
Биология	
<p>Признаки живых организмов - клетка, гены, хромосомы, ткани, органы. Система, многообразие и эволюция живой природы – царства бактерий, грибов, растений и животных, вирусы, эволюция. Человек как часть биосферы – пищеварительная, дыхательная, кровеносная и лимфатическая и другие системы, обмен веществ, размножение и развитие, социальная сущность человека. Взаимосвязи организмов и окружающей среды – экологические факторы, популяции, экосистемы</p>	<p>Находить отличительные признаки систематических групп. Определять принадлежность биологических объектов к определенной систематической группе.. Распознавать и описывать на таблицах основные части и органоиды клетки, органы и системы органов человека; на живых объектах и таблицах органы цветкового растения, животных, растения разных отделов, животных отдельных типов и классов; выявлять изменчивость организмов, приспособление организмов к среде обитания, типы взаимодействия популяций разных видов в экосистеме; Проведение простых биологических исследований. Наблюдения за ростом и развитием растений и животных; рассматривание их под микроскопом; сравнение строения клеток; распознавание органов, систем органов растений и животных; выявление изменчивости организмов, изучение клеток и тканей на готовых микропрепаратах и их описание; распознавание растений, животных. Наблюдения за состоянием своего организма (измерение температуры тела, кровяного давления, массы и роста, частоты пульса и дыхания); определение норм рационального питания; наблюдений за сезонными изменениями в живой природе; составление схем передачи веществ и энергии (цепей питания); выявление приспособлений организмов к среде обитания (на конкретных примерах), типов взаимодействия популяций разных видов в конкретной экосистеме</p>
Физика	
<p>Механические явления - путь, скорость, ускорение, масса, сила, сложение сил, импульс сила трения, сила тяжести, работа, мощность, кинетическая и потенциальная энергия, давление. Законы динамики Ньютона, сохранения импульса и энергии, всемирного тяготения, Паскаля и Архимеда. Тепловые явления – тепловое движение атомов и молекул, броуновское движение, диффузия, температура, теплота, изменение агрегатного состояния ве-</p>	<p>Описывать и объяснять равномерное и ускоренное движение, передачу давления жидкостями и газами, плавание тел, механические колебания и волны, диффузию, теплопроводность, конвекцию, излучение, испарение, конденсацию, кипение, плавление, кристаллизацию, электризацию тел, взаимодействие электрических зарядов, магнитов, действие, отражение, преломление и дисперсию света. Решать задачи на применение изученных физических законов. Измерение физических величин: температуры, количества теплоты, удельной теплоемкости, влажности воздуха, силы тока, напряжения, электрического сопротивления, работы и мощности тока, фокусного расстояния собирающей линзы, выражать результа-</p>

<p>щества. Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Электромагнитные явления – электрически заряды, электрическое поле, конденсатор, сила тока, напряжение, сопротивление, магнитное поле, переменный ток, отражение, преломление и дисперсия света. Законы сохранения электрического заряда, Ома, Джоуля-Ленца. Квантовые явления – радиоактивность, модель атома, состав ядра атома.</p>	<p>ты измерений и расчетов в единицах Международной системы Проведение простых физических опытов и экспериментальных исследований по выявлению зависимостей: температуры остывающей воды от времени, температуры вещества от времени при изменениях агрегатных состояний вещества, электростатического взаимодействия заряженных тел, действия магнитного поля на проводник с током, последовательного и параллельного соединения проводников, зависимости силы тока от напряжения на участке цепи, угла отражения света от угла падения, угла преломления света от угла падения.</p>
<p>Химия</p>	
<p>Важнейшие теории: атомно-молекулярная, строения атома, учение о периодичности, электролитической диссоциации, строения органических веществ. Законы: сохранения массы, постоянства состава, периодический закон. Основные понятия — химический элемент, атом, молекула, относительные атомная и молекулярная массы, ион, химическая связь, вещество, классификация веществ, моль, молярная масса, молярный объем, химическая реакция, классификация реакций, электролит и неэлектролит, электролитическая диссоциация, окислитель и восстановитель, окисление и восстановление. Химическая символика. Методы исследования: химический эксперимент, химический анализ и синтез.</p>	<p>Называть: химические элементы, соединения изученных классов. Объяснять: физический смысл атомного (порядкового) номера химического элемента, номеров группы и периода, к которым элемент принадлежит в периодической системе Д.И. Менделеева; закономерности изменения свойств элементов в пределах малых периодов и главных подгрупп; сущность реакций ионного обмена. Характеризовать: химические элементы (от водорода до кальция) на основе их положения в периодической системе Д.И.Менделеева и особенностей строения их атомов; связь между составом, строением и свойствами веществ; химические свойства основных классов неорганических веществ. Определять: состав веществ по их формулам, принадлежность веществ к определенному классу соединений, типы химических реакций, валентность и степень окисления элемента в соединениях, тип химической связи в соединениях, возможность протекания реакций ионного обмена. Составлять: формулы неорганических соединений изученных классов; схемы строения атомов первых 20 элементов периодической системы Д.И.Менделеева; уравнения химических реакций. Вычислять: массовую долю химического элемента по формуле соединения; массовую долю вещества в растворе; количество вещества, объем или массу по количеству вещества, объему или массе реагентов или продуктов реакции; Обращаться с химической посудой и лабораторным оборудованием; распознавать опытным путем: кислород, водород, углекислый газ, аммиак; растворы кислот и щелочей, хлорид-, сульфат-, карбонат-ионы;</p>

Распределение дидактических единиц по классам и четвертям обучения
физике, химии и биологии в 7-9 классе

по УМК: линии В.В. Пасечника по биологии (7 класс — 35/1, 8 и 9 класс — 70/2), А.В. Перышкин по физике (7 и 8 класс — 70/2, 9 класс — 105/3), О.С. Габриеляна по химии (7 класс — 35/1, 8 — 70/2, 9 класс — 70/2 и 104/3). Числа в дробях означают «час в год/неделю»

Биология	Физика	Химия
7 класс 1 четверть		
<p>Введение. Общее знакомство с растениями (3/5 ч) Органы растений (8/15 ч). Органы растений (8/15 ч) Семя. Корень. Побег. Лист листа в жизни растения. Стебель. Цветок.</p>	<p>Введение (6 ч.). Измерение физических величин. Точность измерения. Связь между физическими величинами. Механические явления (37 ч).</p>	<p>Химия в центре естествознания (11 ч). Тела и вещества. Методы изучения естествознания (наблюдение, гипотеза, эксперимент). Моделирование. Модели. Химия и физика. Понятия «атом», «молекула», «ион». Диффузия. Броуновское движение. Агрегатные состояния вещества. Химия и география Геологическое строение Элементарный состав геологических составных частей планеты. Минералы и горные породы.</p>
7 класс 2 четверть		
<p>Основные процессы жизнедеятельности растений (5/10 ч). Минеральное (почвенное питание растений). Воздушное питание растений — фотосинтез. Космическая роль зеленых растений.</p>	<p>Сила. Измерение силы Международная система единиц. Сложение сил. Сила упругости. Сила тяжести.</p>	<p>Химия и биология. Химический состав клетки. Фотосинтез. Хлорофилл. Качественные реакции в химии Математика в химии (9 ч). Относительные атомная и молекулярная массы. Массовая доля химического элемента в сложном веществе.</p>
7 класс 3 четверть		
<p>Основные отделы царства растений (6/9 ч) Понятие о систематике растений. Водоросли. Моховидные. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные. Покрытосеменные. Двудольные. Однодольные. Историческое развитие</p>	<p>Энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике. Звуковые явления (6 ч). Колебательное движение. Звук. Источники звука. Волновое движение. Длина волны. Звуковые волны.</p>	<p>Массовая доля вещества в растворе, Массовая доля примеси Явления, происходящие с веществами (9 ч). Понятие о разделении смесей и очистке веществ. Фильтрация. Адсорбция. Дистилляция.</p>

растительного мира (2/4 ч). Царство Бактерии (2/3 ч)	Распространение звука. Скорость звука. Громкость и высота звука. Отражение звука.	
7 класс 4 четверть		
Царство Грибы. Лишайники (2/3 ч). Общая характеристика и значение Природные сообщества (3/5 ч). Жизнь организмов в природе Растения в природных сообществах (6 ч). Основные экологические факторы и их влияние на растения.	Световые явления (15 ч). Источники света. Прямолинейное распространение света. Линза, ход лучей в линзе. Глаз как оптическая система.	Признаки химических реакций: изменение цвета, выпадение осадка, растворение полученного осадка, выделение газа. Рассказы по химии (4 ч). Резерв 2 ч.
8 класс 1 четверть		
Строение тела животных (2 ч). Клетка Ткани, органы и системы органов. Исследование представителей разных групп живых организмов	Первоначальные сведения о строении вещества (6 ч). Механические свойства жидкостей, газов и твердых тел (12 ч). Давление жидкостей и газов. Передача давления жидкостями и газами. Закон Паскаля.	Введение (4ч). Вещества. Методы познания в химии: наблюдение, эксперимент, моделирование. Превращения веществ. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, ее структура. Атомы химических элементов (9 ч). Простые вещества (6ч). Металлы. Железо, алюминий, кальций, магний, натрий, калий. Неметаллы. Кислород, водород, азот, сера, фосфор, углерод. Аллотропия.
8 класс 2 четверть		
Характеристика обмена веществ живых организмов различных типов.	Тепловые явления (12 ч). Тепловое равновесие. Температура и ее измерение. 4. Изменение агрегатных состояний вещества (6 ч).	Количество вещества. Моль. Постоянная Авогадро Молярная масса. Молярный объем. Соединения химических элементов (14 ч).
8 класс 3 четверть		
Характеристика обмена веществ живых организмов различных типов.	Тепловые свойства газов, жидкостей и твердых тел (7 ч). Принципы работы тепловых машин. 6. Электрические явления (6 ч).	Изменения, происходящие с веществами (12 ч). Физические явления. Разделение смесей. Химические явления. Условия и признаки протекания химических реакций. Закон сохранения массы веществ. Химические урав-

		нения. Растворы. Свойства растворов электролитов (18 ч). Растворение как физико-химический процесс. Растворимость. Электролитическая диссоциация. Электролиты и неэлектролиты.
8 класс 4 четверть		
Характеристика обмена веществ живых организмов различных типов. Развитие животного мира на Земле (6 ч). Изучение истории развития Биосферы, в том числе, химических реакций в историческом развитии биосферы	Электрическая цепь. Сила тока. Измерение силы тока. Напряжение. Измерения напряжения. Электрическое сопротивление.	Кислоты. Основания. Оксиды. Соли. Окислительно-восстановительные реакции.
9 класс 1 четверть		
Организм человека. Общий обзор (6 ч). Уровни организации организма. Регуляторные системы организма (6 ч). Общие принципы регуляции жизнедеятельности организма.	Законы механики (31 ч).	Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева (11/12 ч). Металлы (14/20 ч).
9 класс 2 четверть		
Опорно-двигательная система (7 ч). Кровь. Кровообращение (7 ч). Внутренняя среда организма.	Механическая работа и мощность. Работа и потенциальная энергия. Работа и кинетическая энергия. Механические колебания и волны (8 ч). Электромагнитные явления (20 ч).	Щелочные металлы и их соединения. Щелочноземельные металлы и их соединения. Алюминий. Железо
9 класс 3 четверть		
Дыхательная система (5 ч). Пищеварительная система (7 ч). Обмен веществ и энергии (3 ч). Обменные процессы в организме. Нормы питания. Витамины.	Электромагнитные явления, их значения в организме человека, химических реакциях.	Азот. Аммиак. Соли аммония. Оксиды азота. Азотная кислота. Фосфор и его соединения. Углерод. Оксиды углерода. Угольная кислота и ее соли. Кремний
9 класс 4 четверть		
Нарушение кожных покровов и повреждение кожи Роль кожи в терморегуляции. Закаливание. Оказание первой помощи при тепло-	Элементы квантовой физики (16 ч). Фотоэффект. Строение атома. Влияние Солнца. Вселенная (12 ч).	Азотсодержащие органические соединения Аминогруппа. Аминокислоты. Аминокислотная кислота. Белки (протеины), их

вом и солнечном ударе		функции в живых организмах. Качественные реакции на белки
-----------------------	--	---

Приложение 3

Анкета для оценки возможностей и проблем формирования ЕНГ в рамках школьного обучения (по оценкам родителей и педагогов)

Уважаемые педагоги и родители старшеклассников! Анкетирование проводится с целью выявления возможностей и проблем формирования ЕНГ в рамках школьного обучения. Результаты анкетирования будут использованы исключительно в рамках научного исследования. Мы просим Вас ответить на предложенные ниже вопросы.

Вопрос	Варианты ответов
Что такое в Вашем представлении – функциональная естественнонаучная грамотность?	Умение разбираться в естественнонаучных исследованиях Умение применять знания и методы исследования естественнонаучного исследования в повседневной жизни. Умение представлять в различных формах естественнонаучную информацию Другое _____
Функциональная естественнонаучная грамотность проверяется в ходе мониторинга международного исследования PISA. Место российских школьников в середине рейтинга стран мира. О чем это может говорить?	О низком уровне подготовки российских школьников О том, что наша образовательная система не отвечает международным стандартам О том, что детей из других стран учат по другому О том, что нашим школьникам непривычен формат заданий Другое _____
Позволяет ли, по Вашему мнению, обучение детей (Вашего ребенка, детей) в российской школе сформировать у них знания и умения, нужные для реальной жизни?	Нет, однозначно Да, однозначно В целом, да, большая часть знаний и умений пригодится в жизни В целом, нет, большая часть знаний и умений не пригодится в жизни
Нужны ли российским школьникам знания из биологии, физики, химии?	Да, нужны всем Нет, нужны только тем, кто будет учиться в медицинском или естественнонаучном вузе Нет, эти предметы необязательны, они не главные для жизни Да, нужны, если ребенку это инте-

	<p>ресно самому</p> <p>Нет, эти предметы перегружают школьную программу</p>
<p>Если бы на биологии, физики, химии обучали ориентироваться в бытовых и практических ситуациях, они были бы нужны?</p>	<p>Да, были бы нужны всем</p> <p>Нет, все равно нужны только тем, кто будет учиться в медицинском или естественнонаучном вузе</p> <p>Нет, эти предметы необязательны, они не главные для жизни</p> <p>Да, нужны, если ребенку это интересно самому</p> <p>Нет, эти предметы перегружают школьную программу</p>

Ваш статус: преподаватель, родитель/законный представитель (необходимое подчеркнуть).

Ваш возраст: _____.

Благодарим Вас за участие в исследовании!

Программа заданий для интегрированных уроков формирования естественнонаучной грамотности на основе решения интегративных контекстных задач

Клас с / урок	Урок ООП, в рамках которого применяется интегративное контекстное задание, в целях формирования естественнонаучной грамотности	Тема урока – наименование задачи	Вид компетенции ЕНГ (по PISA)	Умение ЕНГ/ образовательные результаты (по PISA)
7	«Фотосинтез» Биология: фотосинтез, влияние, типы питания, потоки энергии и вещества в биосфере	Космическая роль зеленых растений	Научное объяснение явлений	Вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания
7-2	«Атмосферное давление» Физика: Взаимодействие тел Атмосферное давление Силы молекулярного притяжения	Учимся у природы	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	Предложить способ научного исследования данного
7	«Силы поверхностного натяжения» Физика Силы поверхностного натяжения. Атмосферное давление.	Непростое исследование простейшего прибора	Научное объяснение явлений	вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания
7+	«Размножение растений» Биология: половое размножение, бесполое размножение, вегетативное размножение, растения	Клонирование	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
7+	«Почва» Биология: почва, биосистема. География: почва, плодородие Экология: деградация почв, опустынивание	Когда Земля станет пустыней	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Оценивать научные аргументы и доказательства из различных Источников
7+	«Влияние человека на леса. Лесовосстановление» Биология: леса,	Когда горит лес	Интерпретация данных и использо-	Оценивать научные аргументы и доказательства из

	природные зоны; лесные пожары, лесовос- становление		вание науч- ных доказа- тельств для получения выводов	различных Источников
7+	«Центр тяжести. Момент силы» Физика Центр тяжести. Момент силы	Наука и практика в походе	Научное объяснение явлений	Вспомнить и применить соот- ветствующие естественнонауч- ные знания
7+	«Явления в атмосфере. Атмосферное давление» Физика Атмосфера, погода и кли- мат, прогноз погоды, си- ноптические карты	Прогноз погоды для турпохода	Интерпрета- ция данных и использо- вание науч- ных доказа- тельств для получения выводов	Преобразовать одну форму пред- ставления данных в другую
7+	«Сила гравитации» Физика Астрономия: метеориты, астроиды. Физика: сила тяжести, си- ла трения	Зачем тормозить ме- теорит?	Научное объяснение явлений	Объяснять акту- альность приме- нения естествен- нонаучных знаний в повседневной жизни
8	«Редкие и исчезающие животные. ООПТ» Биология биоразнообразие; Особо охраняемые при- родные территории	Жизнь в заказнике	Интерпрета- ция данных и использо- вание науч- ных доказа- тельств для получения выводов	Оценивать науч- ные аргументы и доказательства из различных Источников
8	«Энергия химической ре- акции» Химия: экзотермическая реакция, энергия химических свя- зей.	Давай запустим фей- ерверк!	Интерпрета- ция данных и использо- вание науч- ных доказа- тельств для получения выводов	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
8	«Растворы», Химия растворы, водные ресур- сы, здоровье человека	Сказка о серебряной воде	Интерпрета- ция данных и использо- вание науч- ных доказа- тельств для получения выводов	Отличать аргу- менты, которые основаны на научных доказа- тельствах, от ар- гументов, осно- ванных на других соображениях

8	«Химические реакции, реакция нейтрализации» Химия: Свойства веществ, химические реакции, кислоты, основания, карбонаты, реакция нейтрализации.	Химия на бабушкином огороде	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах
8	«Азот, фосфор, биогенные элементы» Химия: Биогенные элементы, концентрация веществ, азот, фосфор.	Очистка сточных вод	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
8	Озон. Химия: озон, его свойства	Озон: друг или враг?	Научное объяснение явлений	отличать ошибочные суждения на основе научных данных
8	«Влияние человека на природу. Загрязнение окружающей среды» Биология: экосистема, интродукция, биоразнообразие.	Опасная леди	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Оценивать научные аргументы и доказательства из различных Источников
8	«Магнитное поле Земли» Физика Магнитное поле Земли. Земля и Вселенная	Неспокойное солнце	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	преобразовать одну форму представления данных в другую
8	«Линзы. Оптическая сила линзы» Физика Линза, виды линз, оптика Изображения, даваемые линзой	Солнечное затмение	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	Различать вопросы, которые возможно исследовать методами естественнонаучного исследования
9	«Транспорт веществ в клетке» Биология: Клетка. Транспорт веществ в клетке. Пассивный транспорт. Гомеостаз. Физика: диффузия, осмос, полупроницаемая мембрана	Соль на раны	Научное объяснение явлений	Создавать объяснительные модели
9	«Иммунная система»	Иммунитет: научные	Интерпретация	Оценивать науч-

	Биология: Иммуитет и иммунная система, вирусы, бактерии.	знания и мифы	ция данных и использование научных доказательств для получения выводов	ные аргументы и доказательства из различных источников
9	«Энергия. Виды энергии» Физика: атом, энергетика	Запретить ли ядерную энергетикау?	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Оценивать научные аргументы и доказательства из различных Источников
9	«Соединения азота» Химия Свойства веществ, химические реакции, нитраты, нитриты, ядовитые вещества, концентрация веществ, азот	Вредные овощи и фрукты	Понимание особенностей естественнонаучного	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
9	«Химические свойства галогенов» Химия. Свойства веществ, бром, галогены, магний.	Химия и нервы	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе
9	«Заболевания, вызванные факторами окружающей среды» Биология: здоровье человека; заболевания органов дыхания	Дыхание как привилегия	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	Оценивать научные аргументы и доказательства из различных Источников
9	«Звуковые колебания» Физика Характеристики волн. Звуковые колебания. Высота, тембр, громкость звука	Такой разный звук	Научное объяснение явлений	Предложить объяснительные гипотезы
9	«Работа, мощность, энергия» Физика: работа и мощность	Заряжаем смартфон своей энергией	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения	анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы

			ВЫВОДОВ	
9	«Кожа, вредные факторы, влияющие на кожу» Биология: мутация, мутагенные факторы; Физика: ультрафиолетовое излучение	Красота и жизнь	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения ВЫВОДОВ	Оценивать научные аргументы и доказательства из различных Источников

Приложение 5

Поэлементное содержание школы перехода от значений интегрального показателя к уровням сформированности ЕНГ по значениям отдельных показателей

Критерий	Диагностируемое умение (показатель ЕНГ)	Уровни сформированности ЕНГ				
		10 - 9	8 - 7	6 - 5	4 - 3	2 - 0
		Высокий	Выше среднего	Средний	Базовый	Ниже базового
1. Аксиологический (вес 0,2)	1.1. Выделяет проблему в описанной ситуации (вес – 0,07)	0,7 – 0,69	0,56 – 0,49	0,42 – 0,3	0,28 – 0,21	0,14 - 0
	1.2. Формулирует цель анализа представленной ситуации на основе проблемы (вес – 0,07)	0,7 – 0,69	0,56 – 0,49	0,42 – 0,3	0,28 – 0,21	0,14 - 0
	1.3. Отделяет научную информацию, значимую для решения от ненаучной и контекста, при помощи естественнонаучных знаний (вес – 0,07)	0,7 – 0,69	0,56 – 0,49	0,42 – 0,3	0,28 – 0,21	0,14 - 0
Сумма значений показателей ЕНГ по аксиологическому критерию		2,1 - 2,07	1,68 – 1,47	1,26 – 0,9	0,84 – 0,63	0,42 - 0
2. Когнитивный (вес 0,3) [6]	2.1. Выявляет те области естественных наук, знания которых необходимы для решения описанной проблемы (вес – 0,1)	1 – 0,9	0,8 – 0,7	0,6 – 0,5	0,4 – 0,3	0,2 - 0
	2.2. Отбирает необходимые знания из изученных ранее (вес – 0,1)	1 – 0,9	0,8 – 0,7	0,6 – 0,5	0,4 – 0,3	0,2 - 0
	2.3. Выявляет знания, недостающие для решения задачи, осуществить их поиск либо актуализацию (вес – 0,1)	1 – 0,9	0,8 – 0,7	0,6 – 0,5	0,4 – 0,3	0,2 - 0
Сумма значений показателей ЕНГ по когнитивному критерию		3 – 2,7	2,4 – 2,1	1,8 – 1,5	1,2 – 0,9	0,6 – 0
3. Деятельностный (вес 0,3)	3.1. Переводит описанную проблему на язык науки (вес – 0,1)	1 – 0,9	0,8 – 0,7	0,6 – 0,5	0,4 – 0,3	0,2 - 0
	3.2. Применяет методы естественнонауч-	1 – 0,9	0,8 – 0,7	0,6 – 0,5	0,4 – 0,3	0,2 - 0

	ного исследования (вес – 0,1)					
	3.3. Планирует ход решения задания (вес – 0,1)	1 – 0,9	0,8 – 0,7	0,6 – 0,5	0,4 – 0,3	0,2 - 0
Сумма значений показателей по деятельностному критерию		3 – 2,7	2,4 – 2,1	1,8 – 1,5	1,2 – 0,9	0,6 – 0
4. Рефлексивный (вес 0,2)	4.1. Интерпретирует данные (имеющиеся в условии и полученные) для выводов (вес – 0,07)	0,7 – 0,69	0,56 – 0,49	0,42 – 0,3	0,28 – 0,21	0,14 - 0
	4.2. Оценивает правильность решения задачи (сопоставить цель и результат) (вес – 0,07)	0,7 – 0,69	0,56 – 0,49	0,42 – 0,3	0,28 – 0,21	0,14 - 0
	4.3. Планирует процесс дополнения естественнонаучных знаний (вес – 0,07)	0,7 – 0,69	0,56 – 0,49	0,42 – 0,3	0,28 – 0,21	0,14 - 0
Сумма значений показателей по рефлексивному критерию		2,1 - 2,07	1,68 – 1,47	1,26 – 0,9	0,84 – 0,63	0,42 - 0
Сумма значений критериев в классе показателей		9,78 – 9,54	8,16 – 7,14	6,12 – 4,8	4,08 – 3,06	2,04 - 0
«Разрыв» шкалы значений на границе классов состояния		1,38	1,02	0,72	1,02	

Результаты обработки результатов экспертного опроса педагогов по определению значимости критериев оценивания уровня сформированности естественнонаучной грамотности с целью определения их весовых коэффициентов

Задание. Расположите критерии в порядке убывания значимости (первый – наиболее предпочтительный, 4 – наименее значимый):

а – деятельностный;

б – когнитивный;

в – рефлексивный;

г – аксиологический.

Матрица частот

Эксперт№	а	б	в	Г
1	1	3	2	4
2	2	1	3	4
3	1	2	4	3
4	1	2	3	4
5	3	1	2	4
6	1	3	4	2
7	2	1	4	3
8	1	2	3	4
9	2	3	1	4
10	1	2	3	4
11	3	2	4	1
12	1	3	2	4
13	2	1	4	3
14	3	2	4	1
15	3	1	2	4
16	4	1	3	2
17	1	2	3	4
18	1	2	4	3
19	1	2	3	4
20	3	1	2	4
21	4	1	3	2
22	2	1	3	4
23	2	3	4	1
24	2	1	4	3
25	3	2	1	4

26	1	2	3	4
27	3	1	2	4
28	3	2	4	1
29	4	2	1	3
30	1	2	3	4
31	2	1	4	3
32	3	2	1	4
33	2	3	4	1
34	3	2	1	4
35	3	1	2	4
36	1	2	3	4
37	1	3	2	4
38	3	2	4	1
39	2	1	4	3
40	1	3	2	4
41	1	2	3	4
42	2	3	1	4
43	2	1	3	4
44	2	4	3	1
45	1	2	4	3
46	2	1	4	3
47	2	1	3	4
48	2	1	3	4
49	1	2	4	3
50	1	3	2	4
51	2	1	4	3
52	2	1	3	4
53	2	4	3	1
54	4	1	2	3
55	1	2	4	3
56	3	2	4	1
57	2	4	1	3
58	1	3	4	2
59	1	3	2	4
60	1	2	4	3
61	2	4	3	1
62	1	3	2	4
63	2	1	3	4
64	3	1	2	4
65	1	3	4	2
66	1	3	2	4
67	4	2	3	1
68	1	2	4	3

69	3	1	2	4
70	3	2	4	1
71	3	4	2	1
72	1	2	3	4
73	2	1	4	3
74	1	3	2	4
75	1	2	3	4
76	4	2	1	3
77	2	1	3	4
78	3	1	2	4
79	2	1	3	4
80	1	2	4	3
81	3	2	1	4
82	1	2	4	3
83	1	4	3	2
84	2	1	4	3

Матрица рангов

Ответ	Сумма рангов	Ранг	Оценка
деятельностный	166	1	4
когнитивный	167	2	3
рефлексивный	244	3	2
аксиологический	263	4	1

Приложение 7

Результаты определения уровня сформированности ЕНГ на основе инструментария PISA и на основании выделенных критериев обучающихся 7 классов.

Компетенция 1 — «научное объяснение явлений», компетенция 2 — «понимание особенностей естественнонаучного исследования», компетенция 3 — «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»

ФИО обучающегося	На основе инструментария PISA				На основе критериев
	Компетенция 1	Компетенция 2	Компетенция 3	ЕНГ ОБЩ	ЕНГ
Алексей	4	4	6	14	3,73
Мария И.	6	6	8	20	6,02
Владислав Т.	7	7	8	22	5,28
Сабрина С.	5	5	4	14	3,63
Алтея Р.	5	4	5	14	4,03
Кирилл К.	8	8	7	23	6,02
Евгений З.	8	8	5	21	4,79
Санан А.	5	4	6	15	3,64
Валентина В.	3	6	8	17	3,24
Дмитрий К.	7	7	6	20	6,37
Аскар Н.	5	5	8	18	5,31
Элина Ш.	6	6	4	16	2,86
Вилена С.	6	8	4	18	3,18
Анна С.	3	8	6	17	6,33
Ирина Р.	7	5	6	18	5,28
Глеб И.	5	4	3	12	2,79
Алексей Б.	6	6	3	15	3,24
Павел Ю.	3	7	4	14	3,3
Марина Ц.	8	5	6	19	6,47
Влад А.	5	6	7	18	5,38
Стас А.	4	3	5	12	2,85
Милена П.	7	8	6	21	5,98
Ольга И.	5	5	8	18	4,17
Татьяна И.	6	3	8	17	5,4
Алексей Б.	5	7	7	19	5,57
Ольга Б.	4	5	4	13	3,76
Владимир К.	6	6	6	18	5,81
Яна И.	5	7	6	18	6,36
Роза К.	7	7	3	17	3,97
Ксения Л.	5	5	7	17	5,26
Анастасия М.	6	6	7	19	9,76
Екатерина Н.	3	6	6	15	7,31

Евгений П.	8	6	3	17	5,69
Георгий У.	5	3	8	16	6,12
Геннадий Р.	4	7	5	16	4,57
Олег С.	7	5	6	18	6,03
Николай Ф.	5	6	6	17	5,53
Анатолий Х.	6	3	6	15	4,95
Иван Т.	5	8	3	16	6,21
Ирина Ш.	2	5	7	14	4,66
Зоя Э.	5	6	5	16	5,54
Майя Щ.	6	6	6	18	6,17
Эльвира Э.	5	3	6	14	4,33
Яна Ш.	2	7	8	17	3,23
Эдуард Щ.	5	5	5	15	5,07
Олег Э.	6	6	6	18	6,17
Пётр И.	5	3	6	14	4,33
Глеб Я.	3	5	4	12	3,86
				Спир	0,540712

Приложение 8

Таблица 1

Результаты диагностики естественнонаучной грамотности
обучающихся 7 классов
(начальная диагностика)

ФИО обучающегося	Аксиологи- ческий	Когнитивный	Деятельност- ный	Рефлексив- ный
Контрольная группа				
Алексей Х.	0,71	0,89	0,93	2,5
Мария И.	1,51	1,64	1,67	2
Владислав Т.	1,21	1,31	1,56	3
Сабрина С.	0,66	0,72	0,75	1,5
Алтея Р.	0,71	0,89	0,93	1,5
Кирилл К.	1,51	1,64	1,67	3
Евгений З.	1,21	1,31	1,56	0,71
Санан А.	0,66	0,72	0,75	1,51
Валентина В.	0,71	0,89	0,93	0,71
Дмитрий К.	1,58	1,61	1,67	1,51
Аскар Н.	1,21	1,33	1,56	1,21
Элина Ш.	0,66	0,79	0,75	0,66
Вилена С.	0,71	0,83	0,93	0,71
Анна С.	1,51	1,65	1,66	1,51
Ирина Р.	1,21	1,31	1,55	1,21
Глеб И.	0,66	0,72	0,75	0,66
Алексей Б.	0,71	0,89	0,93	0,71
Павел Ю.	0,83	0,93	0,71	0,83
Марина Ц.	1,65	1,66	1,51	1,65
Влад А.	1,31	1,55	1,21	1,31
Стас А.	0,72	0,75	0,66	0,72
Милена П.	1	3	3	1,99
Ольга И.	1,5	0,83	0,93	0,91
Татьяна И.	2	2,65	2,66	1,91
Алексей Б.	1,5	1,31	1,55	1,21
Экспериментальная группа				
Ольга Б.	1	0,83	0,93	1
Владимир К.	1,5	1,65	1,66	1
Яна И.	2	1,31	1,55	1,5
Роза К.	1,5	0,72	0,75	1
Ксения Л.	2	0,83	0,93	1,5
Анастасия М.	0,83	0,93	6	2
Екатерина Н.	1,65	1,66	3	1
Евгений П.	1,31	1,55	0,83	2
Георгий У.	0,72	0,75	1,65	3
Геннадий Р.	0,83	0,93	1,31	1,5
Олег С.	1,65	1,66	0,72	2

Николай Ф.	1,5	3	0,83	2
Анатолий Х.	1	3	1,65	1
Иван Т.	2	3	1,31	1,5
Ирина Ш.	1,5	3	0,83	0,93
Зоя Э.	0,83	0,93	1,65	1,66
Майя Щ.	1,65	1,66	1,31	1,55
Эльвира Э.	1,31	1,55	0,72	0,75
Яна Ш.	0,72	0,75	0,83	0,93
Эдуард Щ.	0,83	0,93	1,65	1,66
Олег Э.	1,65	1,66	1,31	1,55
Пётр И.	1,31	1,55	0,72	0,75
Глеб Я.	2,7	1,20	0,83	0,93

Таблица 2

Результаты диагностики естественнонаучной грамотности
обучающихся 7 классов
(итоговая диагностика)

ФИО обучающегося	Аксиологи- ческий	Когнитив- ный	Деятельност- ный	Рефлек- сивный
Контрольная группа				
Алексей Х.	1,65	1,66	3	1
Мария И.	1,31	1,55	0,83	2
Владислав Т.	0,72	0,75	1,65	3
Сабрина С.	0,83	0,93	1,31	1,5
Алтея Р.	1,65	1,66	0,72	2
Кирилл К.	1,5	1,66	1,31	2
Евгений З.	1	1,55	0,72	1
Санан А.	2	0,75	0,83	1,5
Валентина В.	1,5	0,93	1,65	0,93
Дмитрий К.	0,83	0,93	1,65	1,66
Аскар Н.	1,65	1,66	1,31	1,55
Элина Ш.	1,31	1,55	0,72	0,75
Вилена С.	0,72	0,75	0,83	0,93
Анна С.	0,83	0,93	1,65	1,66
Ирина Р.	1,65	1,66	1,31	1,55
Глеб И.	1,31	1,55	0,72	0,75
Алексей Б.	2	1,66	1,31	1,66
Павел Ю.	1,66	1,31	1,66	1,31
Марина Ц.	1,55	0,72	1,55	0,72
Влад А.	0,75	0,83	0,75	0,83
Стас А.	0,93	1,65	0,93	1,65
Милена П.	1,66	1,31	1,66	1,31
Ольга И.	1,66	1,31	1,66	1,31
Татьяна И.	1,55	0,72	1,55	0,72
Алексей Б.	1,5	3	3	1,5
Экспериментальная группа				
Ольга Б.	1	3	3	1
Владимир К.	1,92	1,92	1,92	1,92

Яна И.	2,78	2,78	2,78	2,78
Роза К.	2,65	2,65	2,65	2,65
Ксения Л.	1,89	1,89	1,89	1,89
Анастасия М.	1,92	1,92	1,92	1,92
Екатерина Н.	2,78	2,78	2,78	2,78
Евгений П.	1,92	1,92	1,92	2
Георгий У.	2,78	2,78	2,78	3
Геннадий Р.	2,65	2,65	2,65	1,5
Олег С.	1,89	1,89	1,89	2
Николай Ф.	1,92	1,92	1,92	2
Анатолий Х.	2,78	2,78	2,78	1
Иван Т.	2	1,92	1,92	1,5
Ирина Ш.	1,5	2,78	2,78	1
Зоя Э.	1,92	2,65	2,65	3
Майя Щ.	2,78	1,89	1,89	3
Эльвира Э.	2,65	1,92	1,92	2
Яна Ш.	1,89	1,92	1,92	2,9
Эдуард Щ.	1,92	2,78	2,78	2,88
Олег Э.	1,92	2,65	2,65	3
Пётр И.	2,78	1,89	1,89	2,05
Глеб Я.	2,65	1,92	1,92	2,1

Таблица 3

Результаты диагностики естественнонаучной грамотности
обучающихся 8 классов
(начальная диагностика)

ФИО обучающегося	Аксиологи- ческий	Когнитив- ный	Деятельност- ный	Рефлек- сивный
Контрольная группа				
Вероника В.	1,65	0,89	1,24	0,89
Шахбоз Х.	1,31	1,64	1,69	1,64
Анастасия Б.	0,72	1,31	1,56	1,31
Даниил Е.	0,83	0,72	1,11	0,72
Илья Т.	1,65	0,89	1,24	0,89
Елизавета Т.	0,89	1,24	0,89	1,64
Нигора К.	1,64	1,68	1,64	1,31
Анфиса Т.	1,31	1,54	1,31	0,72
Айжан А.	0,72	1,13	0,72	0,93
Андрей Р.	0,89	1,24	0,89	1,66
Полина Е.	1,64	1,61	1,64	1,55
Айжан А.	1,31	1,56	1,31	0,75
Андрей Р.	0,72	1,11	0,72	0,93
Полина Е.	0,89	1,24	0,89	1,66
Марина А.	1,64	1,69	1,64	1,55
Карина В.	0,89	1,24	0,89	1,64
Артём Г.	1,64	1,68	1,64	1,31
Денис Г.	1,31	1,54	1,31	0,72

Максим Е.	0,72	1,13	0,72	0,93
Ольга З.	0,89	1,24	0,89	1,66
Андрей И.	1,64	1,61	1,64	1,55
Экспериментальная группа				
Нина К.	0,89	1,24	0,89	1,64
Злата И.	1,64	1,68	1,64	1,31
Стас Д.	1,31	1,54	1,31	0,72
Тамара К.	0,72	1,13	0,72	0,93
Людмила С.	0,89	0,89	1,24	0,89
Татьяна Т.	1,92	1,64	1,68	1,64
Егор Т.	2,01	1,31	1,54	1,31
Олег У.	1,92	0,72	1,13	0,72
Михаил Ф.	0,89	1,24	0,89	0,89
Дмитрий С.	1,64	1,68	1,64	1,64
Георгий Х.	1,31	1,54	1,31	1,31
Влада Ф.	0,72	1,13	0,72	0,89
Наталья Ц.	0,89	1,24	0,89	1
Яна С.	1,64	1,61	1,64	1,5
Екатерина С.	1,5	0,89	1,24	0,89
Павел Ч.	1,92	1,64	1,68	1,64
Роман Ш.	0,83	1,31	1,54	1,31
Константин Ш.	1,28	0,72	1,13	0,72
Геннадий Ю.	1,07	0,89	1,24	0,89
Алексей Ф.	1,03	1,64	1,61	1,64
Владимир Э.	1,05	1,31	1,56	1,31
Александр Ш.	1,08	0,89	1,24	0,89
Макар Я.	2,02	1,64	1,68	1,64
Зинаида Я.	1,02	1,31	1,54	1,31

Таблица 4

Результаты диагностики естественнонаучной грамотности
обучающихся 8 классов
(итоговая диагностика)

ФИО обучающегося	Аксиологи- ческий	Когнитив- ный	Деятельност- ный	Рефлек- сивный
Контрольная группа				
Вероника В.	1,5	0,89	1,24	0,89
Шахбоз Х.	1,92	1,64	1,68	1,64
Анастасия Б.	0,83	1,31	1,54	1,31
Даниил Е.	1,28	0,72	1,13	0,72
Илья Т.	1,07	0,89	1,24	0,89
Елизавета Т.	1,03	1,64	1,61	1,64
Нигора К.	1,05	1,31	1,56	1,31
Анфиса Т.	1,08	0,89	1,24	0,89
Айжан А.	2,02	1,64	1,68	1,64
Андрей Р.	1,02	1,31	1,54	1,31

Полина Е.	1,5	0,89	1,24	0,89
Айжан А.	1,92	1,64	1,68	1,64
Андрей Р.	1,5	0,89	1,24	0,89
Полина Е.	1,92	1,64	1,68	1,64
Марина А.	0,83	1,31	1,54	1,31
Карина В.	1,28	0,72	1,13	0,72
Артём Г.	1,07	0,89	1,24	0,89
Денис Г.	1,03	1,64	1,61	1,64
Максим Е.	1,05	1,31	1,56	1,31
Ольга З.	1,08	0,89	1,24	0,89
Андрей И.	0,93	1,65	0,93	1,65
Экспериментальная группа				
Нина К.	1,84	2,9	2,34	1,09
Злата И.	1,92	1,92	1,92	1,92
Стас Д.	2,78	2,78	2,78	2,78
Тамара К.	2,65	2,65	2,65	2,65
Людмила С.	1,97	1,97	1,97	1,97
Татьяна Т.	2,86	2,86	2,86	2,86
Егор Т.	2,71	2,71	2,71	2,71
Олег У.	1,92	1,92	1,92	2
Михаил Ф.	2,78	2,78	2,78	3
Дмитрий С.	2,65	2,65	2,65	1,5
Георгий Х.	1,97	1,97	1,97	1,97
Влада Ф.	2,86	2,86	2,86	2,86
Наталья Ц.	2,71	2,71	2,71	2,71
Яна С.	2,01	2,01	2,01	2,01
Екатерина С.	1,97	1,97	1,97	1,97
Павел Ч.	2,86	2,86	2,86	2,86
Роман Ш.	2,71	2,71	2,71	2,71
Константин Ш.	2,65	1,92	1,92	2
Геннадий Ю.	1,97	1,97	1,97	1,97
Алексей Ф.	2,86	2,86	2,86	2,86
Владимир Э.	2,71	2,71	2,71	2,71
Александр Ш.	2,01	2,01	2,01	2,01
Макар Я.	1,97	1,97	1,97	1,97
Зинаида Я.	2,86	2,86	2,86	2,86

Таблица 5

Результаты диагностики естественнонаучной грамотности
обучающихся 9 классов
(начальная диагностика)

ФИО обучающегося	Аксиологический	Когнитивный	Деятельностный	Рефлексивный
Контрольная группа				
Артур Б.	0,93	1,34	0,93	1,34
Мария Р.	1,67	1,71	1,67	1,71
Виктория К.	1,56	1,68	1,56	1,68

Маргарита Г.	0,75	1,23	0,75	1,23
Олег А.	0,93	1,34	0,93	1,34
Влад Б.	1,03	1,64	1,61	1,64
Павел Б.	1,05	1,31	1,56	1,31
Николай В.	0,93	1,34	0,93	1,34
Алексей Г.	1,67	1,71	1,67	1,71
Артём Д.	1,56	1,68	1,56	1,68
Даниил З.	0,75	1,23	0,75	1,23
Зинаида Е.	0,93	1,34	0,93	1,34
Евгений К.	1,5	0,89	1,24	0,89
Валентин И.	1,92	1,64	1,68	1,64
Борис Л.	0,83	1,31	1,54	1,31
Виктор Н.	0,93	1,34	0,93	1,34
Влада М.	1,67	1,71	1,67	1,71
Матвей О.	1,56	1,68	1,56	1,68
Олег П.	0,75	1,23	0,75	1,23
Тимофей Р.	1,08	0,89	1,24	0,89
Роман Р.	0,93	1,65	0,93	1,65
Экспериментальная группа				
Марина С.	0,93	1,34	0,93	1,09
Татьяна Т.	1,67	1,71	1,67	1,92
Виктория У.	1,56	1,68	1,56	2,78
Валерия Ф.	2,65	2,65	2,65	2,65
Эльвира Ш.	1,97	1,97	1,97	1,97
Олеся А.	0,93	1,34	0,93	1,34
Эмма Б.	1,67	1,71	1,67	1,71
Зоя Б.	1,56	1,68	1,56	1,68
Юрий Г.	0,75	1,23	0,75	1,23
Илья Г.	0,93	1,34	0,93	1,34
Ринат Д.	1,67	1,71	1,67	1,71
Денис Е.	1,86	1,86	1,86	1,86
Вячеслав Е.	0,93	1,34	0,93	1,34
Татьяна З.	1,67	1,71	1,67	1,71
Юлия И.	1,56	1,68	1,56	1,68
Белла И.	0,75	1,23	0,75	1,23
Эльдар К.	1,05	1,31	1,56	1,31
Руслан К.	1,08	0,89	1,24	0,89
Минзиля Л.	2,02	1,64	1,68	1,64
Нина М.	1,02	1,31	1,54	1,31
Софья Н.	1,5	0,89	1,24	0,89
Влада Н.	1,92	1,64	1,68	1,64
Роман П.	1,5	0,89	1,24	0,89
Злата П.	1,92	1,64	1,68	1,64
Кристина Р.	0,93	1,34	0,93	1,34
Матвей У.	1,67	1,71	1,67	1,71
Эдуард Х.	1,56	1,68	1,56	1,68

Результаты диагностики естественнонаучной грамотности
обучающихся 9 классов
(итоговая диагностика)

ФИО обучающегося	Аксиологиче- ский	Когнитив- ный	Деятельност- ный	Рефлексив- ный
Контрольная группа				
Артур Б.	1,5	0,89	1,24	0,89
Мария Р.	1,92	1,64	1,68	1,64
Виктория К.	1,5	0,87	1,24	0,89
Маргарита Г.	1,92	1,69	1,68	1,64
Олег А.	1,5	0,89	1,24	0,89
Влад Б.	1,03	1,64	1,61	1,64
Павел Б.	1,05	1,31	1,56	1,31
Николай В.	0,93	1,35	0,93	1,34
Алексей Г.	1,67	1,73	1,67	1,71
Артём Д.	1,56	1,65	1,56	1,68
Даниил З.	0,75	1,23	0,75	1,23
Зинаида Е.	1,5	0,89	1,24	0,89
Евгений К.	1,92	1,64	1,68	1,64
Валентин И.	1,5	0,89	1,24	0,89
Борис Л.	1,92	1,64	1,68	1,64
Виктор Н.	1,5	0,89	1,24	0,89
Влада М.	1,92	1,64	1,68	1,64
Матвей О.	1,5	0,89	1,24	0,89
Олег П.	1,92	1,64	1,68	1,64
Тимофей Р.	1,11	0,9	1,28	0,91
Роман Р.	0,91	1,61	0,91	1,66
Экспериментальная группа				
Марина С.	2,03	2,03	2,03	2,03
Татьяна Т.	2,91	2,91	2,91	2,91
Виктория У.	2,81	2,81	2,81	2,81
Валерия Ф.	2,65	2,65	2,65	2,65
Эльвира Ш.	1,97	1,97	1,97	1,97
Олеся А.	2,03	2,03	2,03	2,03
Эмма Б.	2,91	2,91	2,91	2,91
Зоя Б.	2,81	2,81	2,81	2,81
Юрий Г.	1,99	1,94	1,95	1,94
Илья Г.	2,81	2,81	2,81	2,81
Ринат Д.	1,94	1,95	1,94	1,94
Денис Е.	1,86	1,86	1,86	1,86
Вячеслав Е.	0,93	1,34	0,93	1,34
Татьяна З.	1,67	1,71	1,67	1,71
Юлия И.	1,56	1,68	1,56	1,68
Белла И.	2,03	2,03	2,03	2,03
Эльдар К.	2,91	2,91	2,91	2,91
Руслан К.	2,81	2,81	2,81	2,81

Минзиля Л.	1,99	1,99	1,99	1,99
Нина М.	2,03	2,03	2,03	2,03
Софья Н.	2,91	2,91	2,91	2,91
Влада Н.	1,92	1,64	1,68	1,64
Роман П.	2,81	2,81	2,81	2,81
Злата П.	1,94	1,95	1,94	1,94
Кристина Р.	2,81	2,81	2,81	2,81
Матвей У.	1,67	1,71	1,67	1,75
Эдуард Х.	1,59	1,69	1,75	1,69

Примеры интегративных контекстных заданий

Химия и нервы

(в рамках дидактической единицы: галогены, бром, свойства брома)

Вариант 1

Выполнив это задание, я узнаю насколько я смогу:

1. Предложить объяснительные гипотезы;
2. Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе;
3. Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Стимул: За последние годы в России и странах Европы на 12-15% выросли аптечные продажи успокоительных и средств для нормализации работы нервной системы.

В основном, люди приобретают препараты, содержащие соединения брома и магния, которые отпускаются без рецепта врача и в связи с этим, воспринимаются, как «безобидные», помогающие справиться со стрессом на работе или при интенсивных учебных нагрузках.

Попробуем установить, действительно ли такие препараты безобидны по действию.

Научная справка: Бромсодержащие препараты, спустя десять лет после открытия химического элемента (1825 год) и до конца XX века использовались, как успокоительные средства. Соединения брома токсичны. При длительном приеме внутрь у человека возникает особого типа сыпь, а в дальнейшем – психические расстройства и слабоумие.

Задача 1

Токсичная доза соединений брома, входящих в состав лекарственных препаратов, составляет 3 грамма. Период полувыведения ионов брома (время, за которое вещество теряет половину его активного действия) составляет 9-12 дней.

Рассмотрите инструкции с дозировкой к бромсодержащим препаратам:

Препарат	Содержание брома в одной таблетке	Продолжительность приема	Число таблеток в день
А.	0,50 грамм	2 месяца	4
В.	1,0 грамм	2 недели	1
С.	0,1 грамм	2 недели	1
Д	1,25 грамм	7 дней	1

На основании таблицы, выберите препарат, который не окажет вредного воздействия в течение всей продолжительности приема:

Препарат А.

Препарат В.

Препарат С.

Препарат D.

Компетенция	Применение методов естественнонаучного исследования
Тип знаний	Эпистемологическое знание
Концепт	Химические технологии
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Низкий
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, бром, галогены, магний.

Оценка выполненного задания:

Ответ принимается полностью – 1 балл

Выбран ответ С.

Ответ не принимается

Выбран другой ответ.

Задача 2.

Рассмотрите состав лекарственного средства, имеющего торговое название «валокордин» (отпускается без рецепта):

Капли для приема внутрь	1 мл
<i>Активные вещества</i>	
фенобарбитал	18,4 мг
этилбромизовалерианат	18,4 мг
вспомогательные вещества: мятное масло — 1,29 мг; хмелевое масло — 0,18 мг; этанол 96% — 469,75 мг; вода очищенная — 411,97 мг	

Возможно ли при приеме данного лекарства получить отравление соединениями брома и при каких условиях (выберите варианты ответов):

1. Да, возможно, если сразу принять большую дозу.

2. Невозможно, если даже принимать по бутылочке лекарства в день.
3. Невозможно, если не принимать более 1 мг в день.
4. Да возможно, даже если принять одну каплю.
5. Да, возможно, если принимать лекарство длительное время.

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Химические технологии
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Средний
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, бром, галогены, магний.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла
Выбраны ответы: 1, 5.
Ответ принимается частично – 1 балл
Выбрано хотя бы один верный ответ либо среди всех верных есть один неверный.
Ответ не принимается
Выбраны неверные ответы.

Задача 3.

Соединения брома содержится в растительных маслах, которые используют для приготовления газированных напитков. Известен даже случай отравления одного любителя газированных напитков. Если в напитках концентрация бромсодержащих соединений составляет 0,25 мг/л, рассчитайте сколько литров в день употреблял газировки любитель.

Компетенция	Применение методов естественнонаучного исследования
Тип знаний	Эпистемологическое знание
Концепт	Химические технологии
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Высокий
Тип вопроса	Открытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, бром, галогены, магний.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла

Предполагаемые ответы:
Около 8-12 литров
Ответ принимается частично – 1 балл.
Указано, что значительный объем, в котором содержалось 3 г брома (токсичная доза)
Ответ не принимается
Ответ отсутствует либо неверный ответ

Химия и нервы

(в рамках дидактической единицы: металлы, магний, соединения магния)

Вариант 2

Выполнив это задание, я узнаю насколько я смогу:

1. Предложить объяснительные гипотезы;
2. Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе;
3. Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Стимул: За последние годы в России и странах Европы на 12-15% выросли аптечные продажи успокоительных и средств для нормализации работы нервной системы.

В основном, люди приобретают препараты, содержащие соединения брома и магния, которые отпускаются без рецепта врача и в связи с этим, воспринимаются, как «безобидные», помогающие справиться со стрессом на работе или при интенсивных учебных нагрузках.

Попробуем установить, действительно ли такие препараты безобидны по действию.

Научная справка: Ионы магния (Mg) участвует в проведении нервных импульсов, а также, является важным компонентом костей и зубов, способствует нормализации процессов сна и бодрствования, способствует быстрому засыпанию при приеме на ночь.

Задача 1

У здоровых людей суточная потребность в магнии составляет 400-600 мг. При приеме препаратов магния врачи рекомендуют распределять суточную дозу в течение дня.

Рассмотрите инструкции с дозировкой к препаратам магния:

Препарат	Состав на 1 таблетку	Число таблеток в день
А.	0,1 грамм	4
В.	1,1 грамм	1
С.	0,4 грамм	1
Д.	0,5 грамм	2

На основании таблицы, выберите препарат магния, который наиболее соответствует организации приема препарата, рекомендованной врачами:

Препарат А.

Препарат В.

Препарат С.

Препарат D.

Компетенция	Применение методов естественнонаучного исследования
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Химические технологии
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Низкий
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, бром, галогены, магний.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 1 балл
Выбран ответ А.
Ответ не принимается
Выбран другой ответ.

Задача 2.

Рассмотрите состав биологически активной добавки, содержащей магний:

<i>действующие вещества:</i>	мг/на 1 таблетку
магния лактата дигидрат	470*
пиридоксина гидрохлорид 5	5
<i>вспомогательные вещества:</i>	
сахароза	115
каолин тяжелый	40
акация камедь	20
карбоксиполиметилен	10
тальк (магния гидросиликат)	42
магния стеарат	6,7
<i>Оболочка таблеток</i>	
Сахар	0,03

* Эквивалентно 48 мг Mg⁺⁺

В ходе длительного приема препарата в рекомендованной производителем дозе был обнаружен переизбыток магния в организме. Предположите, откуда мог появиться дополнительный магний?

1. Из вспомогательных веществ в составе таблеток.
2. Из воздуха.
3. Из оболочки таблеток.
4. Из иных источников, например, из продуктов питания, богатых магнием.
5. Из действующего вещества в составе таблеток.

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Тип знаний	Знание процедуры
Концепт	Химические технологии
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Средний
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, бром, галогены, магний.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла
Выбраны ответы: 1, 4.
Ответ принимается частично – 1 балл
Выбрано хотя бы один верный ответ либо среди всех верных есть один неверный.
Ответ не принимается
Выбраны неверные ответы.

Задача 3.

Магний необходим для поддержания нормальной работы нервной системы. Однако поддерживать необходимое его количество в организме можно не только, употребляя лекарственные препараты, но и из пищи. Рассмотрите таблицу содержания соединений магния в различных продуктах:

Уровень содержания соединений магния в продуктах питания	мг / 100 г продукта (в пересчете на массу Mg ++)
Орехи кешью, миндаль	250
Арахис, грецкие орехи, лесные орехи	160-180
Приготовленная брюссельская капуста, плиточный шоко-	100-120

лад, портулак, приготовленный щавель	
Цельнозерновой хлеб	80-85
Сушеный инжир, сушеные финики, молочный шоколад	60-75
Курага, сыр	40-55
Петрушка, сырая черная редька,	30-40
Источник: Центр информации о составе продуктов питания (CIQUAL)	

Основываясь на данных таблицы, рассчитайте, обеспечит ли поступление в организм суточной дозы магния следующий набор продуктов питания: 100 граммов кешью, 0,2 кг брюссельской капусты. Ответ обоснуйте.

Компетенция	Применение методов естественнонаучного исследования
Тип знаний	Эпистемологическое знание
Концепт	Химические технологии
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Высокий
Тип вопроса	Открытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, бром, галогены, магний.

Оценка выполненного задания:

Ответ принимается полностью – 2 балла

Предполагаемые ответы:

В ответе указание на то, что данный набор продуктов обеспечит необходимым магнием, ввиду того, что в нем содержится минимальная доза – 400 мг/сутки.

Ответ принимается частично – 1 балл.

Ответ – да, но без обоснования.

Ответ не принимается

Ответ отсутствует либо неверный ответ

Задание 2

(дидактические единицы: окислительно-восстановительные реакции, горение, энергия химических связей)

Давай запустим фейерверк!

Вариант 1

Выполнив это задание, я узнаю насколько я смогу:

1. Вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания.
2. Преобразовать одну форму представления данных в другую;
3. Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

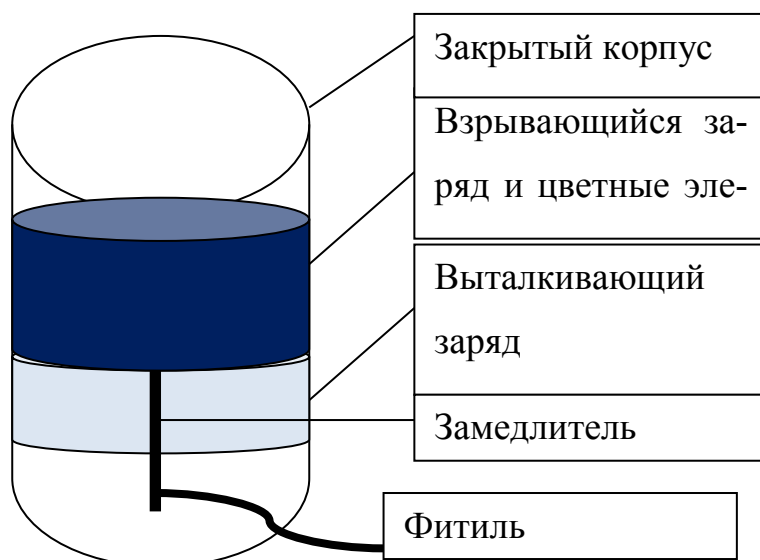
Стимул: Артем и его младший брат Миша нашли на чердаке коробку фейерверков. Миша очень обрадовался, и решил немедленно пойти во двор и устроить салют. Артем объяснил, что не следует запускать фейерверки без родителей, а также следует убедиться в том, что найденные пиротехнические изделия можно безопасно использовать, что их срок годности не вышел, а корпус не поврежден.

Попробуем объяснить Мише, какой химический процесс заставляет фейерверки взрываться.

Научная справка: Взрыв – это выделение большого количества химической (в случае ядерных взрывов – ядерной) энергии за краткий промежуток времени в ограниченном объеме вещества.

Задача 1

Рассмотрите схему внутреннего устройства фейерверка:



Взрыв, как и горение, является химической реакцией, но в случае взрыва выделение энергии (тепла) в ходе химической реакции в заданном объеме вещества превышает количество тепла, которое отводится через внешнюю поверхность.

Объясните, почему порох в заряде фейерверка в ходе химической реакции не горит, а взрывается:

А. Потому что в ходе происходящей химической реакции выделяется меньше тепла, чем отводится через корпус заряда фейерверка.

В. Потому что в ходе происходящей химической реакции выделяется больше тепла, чем поступает через корпус заряда фейерверка

С. Потому что в ходе происходящей химической реакции выделяется больше тепла, чем отводится через корпус заряда фейерверка.

Д. Потому что вещество заряда взрывчатое.

Компетенция	Научное объяснение явлений
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Вещество и энергия
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Низкий
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: химические реакции, окисление, горение, взрыв, экзотермическая реакция, энергия химических связей.

Оценка выполненного задания:

Ответ принимается полностью – 1 балл

Выбран ответ С.

Ответ не принимается

Выбран другой ответ.

Задача 2.

Химические реакции происходят с разрывом химических связей и образованием новых, на процесс образования новых связей (новых молекул) затрачивается энергия. Если энергии в ходе реакции выделяется больше, чем затрачивается на образование новых химических реакций, возникает выделение излишней энергии,

При поджигании фейерверка начальное вещество реакции – порох (75 % калиевой селитры (KNO_3), 15% угля (C), 10 % серы (S)) сгорает в ходе реакции с образованием конечных веществ – CO , CO_2 , SO_2 .

Что можно сказать о химических связях начальных и конечных веществ в реакции сгорания пороха?

А. На образование молекул начальных веществ реакции требуется меньше энергии, чем образуется при разрыве связей молекул начальных веществ.

В. На образование молекул конечных веществ реакции требуется больше энергии, чем образуется при разрыве связей молекул начальных веществ.

С. На образование молекул конечных веществ реакции требуется больше энергии, чем образуется при разрыве связей молекул конечных веществ.

Д. На образование молекул конечных веществ реакции требуется меньше энергии, чем образуется при разрыве связей молекул начальных веществ.

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Вещество и энергия
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Средний
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: химические реакции, окисление, горение, взрыв, экзотермическая реакция, энергия химических связей.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла
Выбраны ответы: D.
Ответ принимается частично – 1 балл
Выбран хотя бы один верный ответ.
Ответ не принимается
Все пары подобраны неверно.

Задача 3.

Во всех пиротехнических изделиях предусмотрено устройство внутри корпуса изделия задерживающегося фитиля (замедлителя), который является механическим препятствием для немедленного контакта вещества заряда с искрой (пламенем) при поджигании фитиля фейерверка. Объясните, с точки зрения химических процессов, по какой причине не следует использовать пиротехнические изделия с визуально поврежденным корпусом?

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Вещество и энергия
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Высокий
Тип вопроса	Открытый
Дидактическая единица	Химия: химические реакции, окисление, горение, взрыв, экзотермическая реакция, энергия химических связей.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла
Предполагаемые ответы: В ответе указано, что без замедлителя (задерживающего фитиля) химическая реакция произойдет моментально, произойдет взрыв фейерверка в руках.
Ответ принимается частично – 1 балл.
В ответе указано, что фейерверк может взорваться в руках, что использование поврежденных, негодных фейерверков может быть опасным.
Ответ не принимается
Ответ отсутствует либо неверный ответ

Давай запустим фейерверк!

Вариант 2

Выполнив это задание, я узнаю насколько я смогу:

- 1. Вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания.**
- 2. Преобразовать одну форму представления данных в другую;**
- 3. Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.**

Стимул: Артем и его младший брат Миша нашли на чердаке коробку фейерверков. Миша очень обрадовался, и решил немедленно пойти во двор и устроить салют. Артем объяснил, что не следует запускать фейерверки без родителей, а также следует убедиться в том, что найденные пиротехнические изделия можно безопасно использовать.

Попробуем объяснить Мише, какой химический процесс заставляет фейерверки взрываться.

Научная справка: Взрыв – это выделение большого количества химической (в случае ядерных взрывов – ядерной) энергии за краткий промежуток времени в ограниченном объеме вещества.

Задача 1

Взрыв, как и горение, является химической реакцией, но в случае взрыва выделение энергии (тепла) в ходе химической реакции в заданном объеме вещества превышает количество тепла, которое отводится через внешнюю поверхность.

Выберите утверждение, объясняющее механизм взрыва фейерверка:

- A. Горение вещества в ходе химической реакции.

В. Выделение в ходе химической реакции большого количества тепла в ограниченном объеме.

С. Поглощение в ходе химической реакции большого количества тепла.

Д. Потому что вещество заряда взрывчатое.

Компетенция	Научное объяснение явлений
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Вещество и энергия
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Низкий
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: химические реакции, окисление, горение, взрыв, экзотермическая реакция, энергия химических связей.

Оценка выполненного задания:

Ответ принимается полностью – 1 балл

Выбран ответ В.

Ответ не принимается

Выбран другой ответ.

Задача 2.

Химические реакции происходят с разрывом химических связей и образованием новых, на процесс образования новых связей (новых молекул) затрачивается энергия. Если энергии в ходе реакции выделяется больше, чем затрачивается на образование новых химических реакций, возникает выделение излишней энергии,

При поджигании фейерверка начальное вещество реакции порох (75 % калиевой селитры (KNO_3), 15% угля (C), 10 % серы (S)) сгорает в ходе реакции с образованием конечных веществ – CO , CO_2 , SO_2 .

Что можно сказать о химических связях начальных и конечных веществ в реакции сгорания пороха?

А. На образование молекул начальных веществ реакции требуется меньше энергии, чем образуется при разрыве связей молекул начальных веществ.

В. Энергия химических связей молекул конечных веществ меньше, чем энергия химических связей молекул начальных веществ.

С. Энергия химических связей молекул конечных веществ больше, чем энергия химических связей молекул начальных веществ.

Д. Энергия химических связей молекул конечных веществ равна энергии химических связей молекул начальных веществ.

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Вещество и энергия
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Средний
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: химические реакции, окисление, горение, взрыв, экзотермическая реакция, энергия химических связей.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла
Выбраны ответы: В.
Ответ принимается частично – 1 балл
Выбран хотя бы один верный ответ.
Ответ не принимается
Все пары подобраны неверно.

Задача 3.

При определенных условиях, например, повышение температуры, особенно, для многих горючих веществ характерно явление самовоспламенения – ускорение экзотермических химических реакций.

Производителями пиротехнических изделий указано, что их следует хранить вдали от источников тепла, даже от обычных батарей и обогревателей в квартире.

Укажите, какие особенности химических свойств вещества и конструкции фейерверка объясняют высокую вероятность его взрыва при хранении вблизи источника тепла.

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Вещество и энергия
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Высокий
Тип вопроса	Открытый
Дидактическая единица	Химия: химические реакции, окисление, горение, взрыв, экзотермическая реакция, энергия химических связей.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла

Предполагаемые ответы:

В ответе указано,

На свойство вещества (горючее, которое может самовоспламениться).

На свойство конструкции фейерверка (заряд фейерверка расположен в закрытом сосуде, количество тепла, выделяющееся в ходе реакции больше, чем количество тепла, отдаваемое в окружающую среду, что является условием взрыва).

Ответ принимается частично – 1 балл.

В ответе указано на одно из свойств.

Ответ не принимается

Ответ отсутствует либо неверный ответ

Задание 3

Расследуем отравления

(дидактические единицы: металлы, свойства металлов, тяжелые металлы)

Выполнив это задание, я узнаю насколько я смогу:

1. Вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания;
2. Различать вопросы, которые возможно естественнонаучно исследовать.
3. Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Стимул: Российские ученые, исследуя останки русских княгинь и цариц, отметили высокое содержание тяжелых металлов в их костях, которые ядовиты. Это породило предположение об отравлениях злоумышленниками царских особ.

Попробуем выяснить, аргументы за и против этого предположения.

Вспомним пройденное: Соединения свинца (Pb), цинка (Zn) ядовиты. Их токсическое действие характеризуется тем, что они постепенно накапливаются в организме, преимущественно в костях и жировой ткани и при длительном воздействии на организм и накоплении могут привести к смерти.

Дополнительная информация:

Цинк и свинец входили в состав белил, которые знатные женщины наносили на лицо (аналог современного тонального крема).

Задача 1

У Софьи Палеолог (бабушка Ивана Грозного) содержание свинца в костях было выше нормы более, чем в 30 раз, вдвое больше в ее костях была концентрация цинка.

Учитывая токсическое действие свинца (Pb) и цинка (Zn) выберете утверждение, которое объясняет, почему Софья Палеолог прожила относительно долго для того времени – 48 лет?

- A. Организм Софьи привык к действию ядовитых веществ.
- B. Действие свинца и цинка характеризуется постепенным накоплением.
- C. Действие свинца могло подавлять действие цинка.
- D. Организм Софьи имел иммунитет к свинцу.

Компетенция	Научное объяснение явлений
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Химия и окружающая среда
Контекст	Личный, здоровье
Когнитивный уровень	Низкий
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, металлы, неметаллы, ядовитые вещества, химические технологии.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 1 балл
Выбран ответ В.
Ответ не принимается
Выбран другой ответ.

Задача 2.

Соотнесите методы проверки гипотезы о причинах накопления ядовитых веществ в останках княгинь и цариц, с точки зрения их соответствия методам, используемым в естественнонаучных исследованиях, поставив знак «+» в соответствующем столбце:

Описание метода	Метод естественнонаучных исследований	Метод из другой области научных знаний
1 Исследование мемуаров русских княгинь и цариц на предмет их отношения с недоброжелателями.		
2 Оценка концентрации ядовитых веществ в		

останках княгинь методами химического анализа.		
3 Исследование исторических источников, содержащих факты о жизни княгинь и цариц.		

Компетенция	Применение методов естественнонаучного исследования
Тип знаний	Знание процедуры
Концепт	Химия и окружающая среда
Контекст	Личный, здоровье
Когнитивный уровень	Средний
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, металлы, неметаллы, ядовитые вещества, химические технологии.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла
Выбраны ответы: 1- метод из других областей научных знаний; 2 – метод естественнонаучных исследований; 3 – метод из других областей научных знаний.
Ответ принимается частично – 1 балл
Подобрано правильно хотя бы одно соотношение
Ответ не принимается
Все соотношения подобраны неверно.

Задача 3.

В останках первой жены (Анастасия Романовна) и матери (Великая княгиня Елена Глинская) Ивана Грозного обнаружена высокая концентрация свинца. Приведите два аргумента, которые позволяют усомниться в гипотезе о том, что княгинь отравили ртутью, подмешав им в пищу большую дозу соединений свинца?

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Тип знаний	Эпистемологическое знание
Концепт	Химия и окружающая среда
Контекст	Личный, здоровье
Когнитивный уровень	Высокий
Тип вопроса	Открытый
Дидактическая единица	Химия: свойства веществ, металлы, неметаллы, ядовитые вещества, химические технологии.

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла
Предполагаемые ответы:
Приведены аргументы:
1. Свинец накапливается в организме постепенно.
2. Княгини использовали косметику с высоким содержанием свинца.
Ответ принимается частично – 1 балл.
Приведен один аргумент
Ответ не принимается
Ответ отсутствует

Задание 4

(дидактические единицы: Частицы вещества, молекулы, движение молекул, агрегатные состояния вещества, молекулярно-кинетическая теория)

Взрывная косметика

Вариант 1

Выполнив это задание, я узнаю насколько я смогу:

1. Вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания;
2. Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе.
3. Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Стимул: Даша решила сделать себе укладку при помощи лака для волос – специального фиксирующего прическу средства. Она достала мамин лак для волос в аэрозольном баллончике. Уложив волосы, Даша, прежде чем распылить лак для волос, задумалась, не будет ли фиксация прически более стойкой, если подогреть баллончик с лаком на солнышке или в горячей воде? Ведь если укладывать волосы горячим воздухом при помощи фена или накручивать на предварительно нагретые в горячей воде бигуди, прическа всегда держится дольше. Однако на аэрозольном баллончике почему-то нанесены предупреждающие надписи «Не подвергать воздействию прямых солнечных лучей!», «Не нагревать!».

Вспомним пройденное: Вещества находятся в разных агрегатных состояниях: газ, жидкость, твердое агрегатное состояние, плазма. В газообразном состоянии связь между молекулами мала, молекулы движутся свободно, заполняя весь предоставленный объем. В жидком состоянии связь между молекулами более прочная, частицы вещества находятся в состоянии колебаний, поэтому жидкость не держит форму.

Научная справка: Аэрозоли – вид неоднородных смесей, имеющих неустойчивое агрегатное состояние, в которых в газообразной среде распределено вещество другого агрегатного состояния (например, капли жидкости).

Движение частиц вещества в аэрозолях сходно с тем, которое существует в газах: большой свободный пробег молекул газа по сравнению с размером молекул.

Дополнительная информация: Аэрозольные баллоны обычно рассчитаны на хранение сжатых газов при комнатной температуре. Нагревание баллона приведет к повышению скорости движения молекул газа, что вызовет увеличение давления газа внутри баллона, вплоть до того, что газ разорвет корпус баллона.

Задача 1

Какое из свойств аэрозоля объясняет тот факт, что лак для волос, содержащийся в аэрозольном баллоне, при распылении оседает на волосах и фиксирует прическу, а не смешивается с воздухом:

- A. Аэрозоли являются веществами в неустойчивом агрегатном состоянии. Частицы вещества-аэрозоля быстро объединяются и оседают в газовой среде.
- B. Частицы лака для волос вступают с волосами в химическую реакцию.
- C. Аэрозоль имеет несколько иное агрегатное состояние вещества, поэтому не смешивается с воздухом и оседает на волосах.
- D. Аэрозоль имеет жидкое агрегатное состояние.

Компетенция	Научное объяснение явлений
Тип знаний	Знание содержания
Концепт	Частицы вещества
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Низкий
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Химия, Физика: частицы вещества, молекулы, движение молекул, агрегатные состояния вещества, молекулярно-кинетическая теория

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 1 балл
Выбран ответ А, С.
Ответ не принимается
Выбран другой ответ.

Задача 2.

Соотнесите утверждения, сходные по смыслу, описывающие явление или процесс бытовым и научным языком:

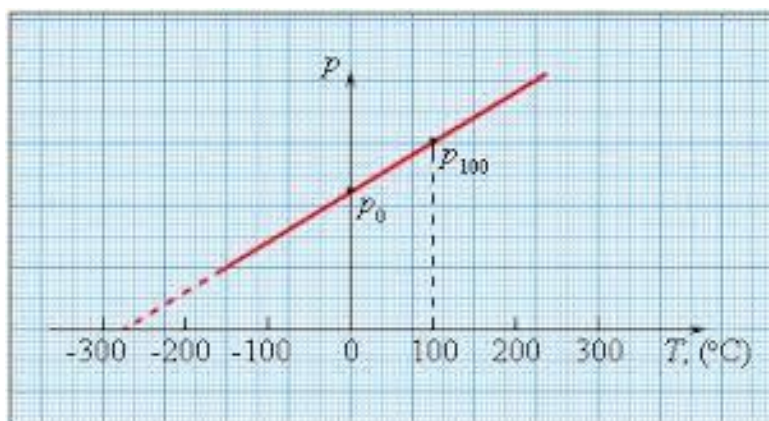
Научное описание	Бытовое (тривиальное) описание
1 Повышение температуры газа (газовой смеси) приводит к его расширению в объеме	А Чем больше температура вещества, тем быстрее «бегают» в нем молекулы
2 Существует прямая зависимость между температурой и давлением газа	В В баллончике с лаком для волос аэрозоль сжат, поэтому нагревать его нельзя
3 Температура – мера кинетической энергии молекул	С Если баллончик с лаком для волос нагреть – он может взорваться.

Компетенция	Применение методов естественнонаучного исследования
Тип знаний	Знание процедуры
Концепт	Частицы вещества
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Средний
Тип вопроса	Закрытый
Дидактическая единица	Частицы вещества, молекулы, движение молекул, агрегатные состояния вещества, молекулярно-кинетическая теория

Оценка выполненного задания:
Ответ принимается полностью – 2 балла
Выбраны ответы: 1-В; 2-С; 3-А; 1-С.
Ответ принимается частично – 1 балл
Подобрана правильно хотя бы одна пара.
Ответ не принимается
Все пары подобраны неверно.

Задача 3.

На графике представлена зависимость давления газа (р) от температуры (Т).



(Источник: <http://infofiz.ru/index.php/mirfiziki/fizst/lkf/123-lk18>)

Основываясь на данных графика, укажите, почему баллончик с лаком для волос взорвется, если Даша попробует нагреть его до температуры кипения воды.

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Тип знаний	Эпистемологическое знание
Концепт	Частицы вещества
Контекст	Личный, опасности и риски
Когнитивный уровень	Высокий
Тип вопроса	Открытый
Дидактическая единица	Химия, Физика: частицы вещества, молекулы, движение молекул, агрегатные состояния вещества, молекулярно-кинетическая теория

Оценка выполненного задания:

Ответ принимается полностью – 2 балла

Предполагаемые ответы:

В ответе указание на зависимость на графике между повышением температуры газа и ростом давления газа. Нагрев вызовет рост давления газа.

(Чем выше температура, тем больше давление газа).

Эта зависимость объясняет, почему баллончик с лаком для волос взрывается при нагреве.

Ответ принимается частично – 1 балл.

Указано, что баллончик с лаком для волос взорвется при нагреве, но не представлено научное объяснение процесса.

Ответ не принимается

Ответ отсутствует

