

На правах рукописи
УДК 371.32: 54 (043.3)

Ямщикова Дарья Сергеевна

**ИНТЕГРАТИВНЫЕ КОНТЕКСТНЫЕ ЗАДАНИЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИ-
РОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ
ХИМИИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ**

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Санкт-Петербург, 2025

Работа выполнена на кафедре химического и экологического образования ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»

Научный руководитель:

доктор педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой химического и экологического образования, ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»

Гавронская Юлия Юрьевна

Официальные оппоненты:

доктор педагогических наук, доцент,
профессор кафедры педагогики окружающей среды, безопасности и здоровья человека ГБУ ДПО «Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования имени К.Д. Ушинского»

Давыдов Виктор Николаевич

кандидат педагогических наук, доцент, старший научный сотрудник центра математического и естественно-научного общего образования ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»

Асанова Лидия Ивановна

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»

Защита состоится **«15» мая 2025 года в 11:00 часов** на заседании диссертационного совета 33.2.018.03 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» (191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 48, корп.12 ауд. 21).

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена и на сайте университета по адресу: 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 48, корп.5 и на сайте университета https://dissertation.spb.ru/Preview/Karta/karta_000001094.html.

Автореферат разослан «__» марта 2025г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Попова Регина Ивановна

Общая характеристика работы

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 оценке: 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 рассматривается 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. Сложились 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 есте-

ственнонаучной 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 разных 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 химии и 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 учебной деятельности школьников по решению интегративных кон-

текстных 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. Качалова, 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: дисперсионный 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, когнитивный, 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 образова-

тельной 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.

Основное содержание диссертации.

Во **введении** обоснована актуальность, охарактеризована степень научной разработанности проблемы. Сформулированы объект, предмет, цель, гипотеза и задачи работы, положения, выносимые на защиту. Представлена, новизна, теоретическая и практическая значимость, описаны этапы, дана характеристика методов исследования, приведены сведения об апробации результатов.

В **первой главе** «Теоретические основы применения интегративных контекстных заданий в формировании естественнонаучной грамотности» проведен анализ ключевых понятий, показан интегративный характер ЕНГ, рассмотрены подходы к заданиям для мониторинга и оценки сформированности ЕНГ как концептуальной основы интегративных контекстных заданий, теоретические основания обучения с использованием интегративных контекстных заданий для формирования ЕНГ при обучении химии в основной школе.

Понятие функциональной грамотности как способности использовать имеющиеся знания и умения для решения прикладных задач и получения новой информации надежно закрепилось в проблемном поле образования к 1990-м годам благодаря работам А.А. Леонтьева и С.А. Тангяна. Особое внимание к проблеме привлекло международное исследование PISA, проводимое с 2000 г. с целью изучения обладания подростками «знаниями и умениями, необходимыми для полноценного функционирования в современном обществе».

Содержательная область ЕНГ представлена метаконцептами «Физические системы», «Живые системы», «Земля и космические системы», базируясь на

нескольких учебных предметах – физика, биологи, химия, география, экология, астрономия. Выявление сущностных характеристик ЕНГ, а именно: межпредметность (формирование ЕНГ проблематично осуществлять в рамках одного предметного курса), системность (ЕНГ требует сформированной системы естественнонаучных знаний), практико-ориентированность (ЕНГ предполагает умение применять академические естественнонаучные знания в реальной жизни) позволило выявить интегративный характер ЕНГ и обосновать необходимость ее формирования в условиях 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 повседневной жизни и трудовой деятельности на разных уровнях – личном, государственном, общемировом. Роль химии в формировании ЕНГ убедительно описана в Федеральной рабочей программе по химии, согласно которой изучение химии является «ответственным этапом в формировании естественнонаучной грамотности обучающихся».

Оценивание ЕНГ осуществляется в системе международных и национальных исследовательских проектов через определенный формат заданий (Г.Г. Никифоров, Е.А. Никишова, А.Ю. Пентин), объединённых в тест. Задание представляет собой несколько задач, сюжетно основано на едином описании реальной ситуации. По содержанию задания сходны с задачами, которые в российской школе принято называть контекстными или ситуационными, однако отличаются по структуре. За выполнение теста учащемуся приписываются баллы по международной 1000-бальной шкале, результат перепроверяется на национальном и международном уровне. 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 методики оценивания, сопоставимой с реалиями образовательной практики.

Исследователи сходятся во мнении, что для формирования ЕНГ необходимо использовать задания, составленные с учетом методологии международных и национальных исследований. Предлагается проводить работу с такими заданиями на уроках разных типов и включать в разные этапы урока. Тем не менее, в теории и методике обучения естественнонаучным предметам, в том числе химии, отсутствует методика конструирования задач для формирования ЕНГ, методика обучения их решению на уроках, и методическая система формирования ЕНГ на основе организации деятельности по их решению.

Правомерно предположить, что процесс формирования ЕНГ в условиях урочного обучения должен предусматривать опору на теоретические подходы к организации образовательной деятельности. Согласно теории контекстного обучения (А.А. Вербицкий), усвоение социального опыта осуществляется в результате активной деятельности субъекта, работающего не с «готовым знанием», а с конкретной ситуацией, которая может возникнуть в реальности. Прак-

тика применения положений концепции контекстного обучения при преподавании химии (М.А. Ахметов, О.С. Габриелян, В.М. Захаров, А.М. Кочнев, Г.В. Пичугина), биологии (Н.Д. Андреева, В.Л. Битюк, В.В. Даниленко, Л.А. Мельникова, О.Н. Попова), физики (Д.А. Антонова, Н.В. Бутова, Т.В. Клеветова, С.В. Крючков, А.А. Оспенников, Е.В. Оспенникова, Н.С. Пурышева, Н.В. Ромашкина, Н.В. Шаронова) является установившейся и теоретически обоснованной, однако не разработаны особенности интеграции учебного материала и методов биологии, физики, химии при проектировании контекстного обучения и его использования для формирования ЕНГ на уроках химии.

В аспекте организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий привлекает внимание теория дидактической эвристики (А.В. Хуторской), которая рассматривает обучающегося, совместно с педагогом конструирующего знания не столько на уроке, сколько в «образовательной ситуации». Для формирования ЕНГ существенным доводом в пользу идей дидактической эвристики является подчеркнутое внимание не только к предметным, но и метапредметным результатам «стягивающим разнопредметные области к общим основаниям». В работах Н.В. Андриевских, М.В. Артеевой, С.А. Герус, Д.А. Король, И.С. Карасовой, О.А. Крысановой, Е.Ф. Мишиной, Л.Г. Сафиной, Н. С. Пурышевой, Ж.И. Шоровой и др. приведены примеры результативности эвристического обучения на уроках и внеурочных мероприятиях. Возможности эвристического обучения в формировании функциональной грамотности рассмотрены в части применения методов коллективного поиска оригинальных мыслей, творческих вопросов, проектного моделирования и рефлексии. Ключевым компонентом является деятельность по решению задания открытого типа. В ряде исследований (В.И. Андреев, Д. Пойя, Н.М. Плескацевич, Н.В. Соколов) содержатся описания эвристик — взаимосвязанных наводящих вопросов, отсылок к аналогиям и пр., логически ведущих ученика по пути самостоятельного решения.

Во второй главе: «Методическая система формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий при обучении химии» описана уровневая методология, приведены концептуальные положения и теоретическая модель методической системы, дано ее покомпонентное описание, приведены методика конструирования интегративных контекстных заданий, методика обучения их решению, критериальная методика оценивания уровня сформированности ЕНГ.

При разработке методической системы применялась *уровневая методология*. На философском уровне в качестве ведущего научного метода использован диалектический материализм, на общенаучном уровне – системный подход. Конкретно-научный уровень (уровень теории и методики обучения химии) представлен интегративным и компетентностным подходами, технологический уровень – задачным подходом.

При моделировании методической системы мы опирались на следующие *концептуальные положения*:

1. ЕНГ представляет собой интегративный образовательный результат, в то время как в предметных курсах целевым ориентиром выступает формирова-

ние преимущественно предметных 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 ее изучение способствует формированию и развитию компетенций ЕНГ.

3. Для формирования ЕНГ при обучении химии помимо предметного и метапредметного содержания должны быть выделены элементы содержания обучения, общие или близкие для указанных предметов. Отбор и структурирование учебного материала отражает принцип *межпредметности*.

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

5. Предметное и/или межпредметное содержание должно быть представлено в виде контекстного задания, при решении которого ранее освоенные элементы отдельных предметных знаний и умений актуализируются и применяются к объектам и ситуациям меж- и метапредметного содержания. Конструирование базируется на принципе *метапредметности* и основных положениях теории контекстного обучения.

6. Процесс решения интегративных контекстных заданий базируется на принципе *активизации обучения*, основан на положениях теории дидактической эвристики и связан с применением универсальных методов познания, методов естественнонаучного исследования, навыков работы с информацией.

7. ЕНГ проявляется в способности к решению интегративных контекстных заданий на основе предметных по химии и межпредметных знаний и умений биологии, физики, химии, 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	<i>Теоретико-методологические основания</i>					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.		
	<i>Целевой компонент</i>						
	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						
	<i>Содержательный компонент</i>						
	Содержание обучения химии (ФОП по химии)	Межпредметные связи: химии и физики, химии и биологии (со-держание)	Метапредметные умения по организации естественнонаучного исследования.	Ценностные ориентиры взаимодействия общества и природы	Интегративное контекстное задание как структурный компонент организации обучения химии		
	<i>Организационный компонент</i>						
	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						
	<i>Процессуально - деятельностный компонент</i>						
	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,						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Задачи на анализ информации. Методы: перебора (ошибок), синтетический метод. Приемы: исключение неправдоподобных ответов, эвристические вопросы, карточки</td> </tr> <tr> <td>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».</td> </tr> <tr> <td>Задачи на конструирование способа получения информации. Методы: исследовательский, проектный, аналитико-синтетический, метод гипотез. Приемы: наводящие вопросы, «кластер».</td> </tr> </table>					Задачи на анализ информации. Методы: перебора (ошибок), синтетический метод. Приемы: исключение неправдоподобных ответов, эвристические вопросы, карточки	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».	Задачи на конструирование способа получения информации. Методы: исследовательский, проектный, аналитико-синтетический, метод гипотез. Приемы: наводящие вопросы, «кластер».
Задачи на анализ информации. Методы: перебора (ошибок), синтетический метод. Приемы: исключение неправдоподобных ответов, эвристические вопросы, карточки							
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».							
Задачи на конструирование способа получения информации. Методы: исследовательский, проектный, аналитико-синтетический, метод гипотез. Приемы: наводящие вопросы, «кластер».							
3) Контроль и рефлексия. Методы: метод контроля, конструирования теорий Приемы: «рефлексивные вопросы», «карта самодиагностики».							
Средства. Интегративные контекстные задания, разрабатываемые педагогами							
<i>Результативно-оценочный компонент</i>							
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

Поскольку ведущая идея методической системы содержит отсылку к интегративным контекстным заданиям, эти задания выступают основным средством обучения, считаем необходимым в первую очередь раскрыть данное понятие.

Под *интегративными контекстными заданиями* мы понимаем задания, сконструированные по методологии мониторинговых исследований, но используемые вне них для формирования ЕНГ. 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. 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.

Интегративный характер заданий выражается в необходимости применения знаний и способов действий из разных областей и специфических методов естественнонаучного исследования. Контекстный характер заданий обусловлен не только тем, что задание составлено на основе конкретной практической ситуации, 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 умение объяснить с научной точки зрения, сделать выводы, спрогнозировать развитие ситуации и подразумевает применение тех умений, которые составляют ЕНГ.

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.

Организационный компонент методической системы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии не предполагает внесе-

ния 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 межпредметного содержания по биологии и физике. Особенностью организации обучения является систематическое решение интегративных контекстных заданий на уроках химии. Преимуществом является сопряженность с изучаемым на уроке текущим материалом, а также связь с бытовыми, практическими ситуациями.

Организация обучения химии на основе учебной деятельности школьников по решению интегративных контекстных заданий на уроках химии предусматривает два этапа работы:

1. Подготовительный этап: самостоятельная разработка педагогом интегративного контекстного задания по предлагаемой автором методике, либо подбор интегративного контекстного задания из банка заданий по химии, тренажеров «Естественнонаучная грамотность», из 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.

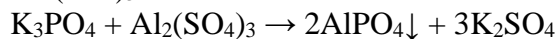
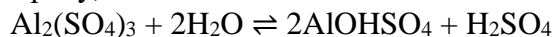
Процессуально-деятельностный компонент включает средства (интегративные контекстные задания), методику их конструирования педагогом и методику обучения их решению.

Методика конструирования интегративных контекстных заданий для формирования ЕНГ состоит из этапов:

1) выделение содержания обучения в виде дидактической единицы

Например, для урока химия это тема «Гидролиз», 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:

Примером 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 ситуации, в которой выделенное содержание обучения могло быть востребовано (очистка воды);

3) трансформация контекста в конкретную ситуацию, сюжет. Пусть это будет ситуация, где жители села озабочены загрязнением речной воды.

4) определение объема фактического материала, который необходим для решения и должен быть освоен до решения задания.

Ступенчатый гидролиз, гидролиз по катиону, основные соли, изменение кислотности, обратимые реакции, образование нерастворимого соединения (фосфата алюминия).

5) выделение межпредметного содержания, при его наличии;

В описанной ситуации фосфор попадает в воду преимущественно из удобрений, логично вспомнить о роли важнейших элементов в жизни растений из курса биологии.

б) определение метапредметных умений, формируемых и востребованных в решении задания и соотнесение их с компетенциями и умениями PISA;

Соответствующие операции можно описать как моделирование (необходимо представить упрощенную модель процесса от попадания в воду удобрений до гибели рыб с установлением связей между отдельными этапами моделируемого процесса), а также логические операции (установить логическую последовательность стадий). Указанные действия определены ФГОС ООО, как «универсальные учебные познавательные действия».

7) формулировка задачи по принципу применения умения в рамках контекста. Например, для умения «Распознавать объяснительные модели»:

Задача 1. 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».

Для компетенции «Понимание особенностей естественнонаучного исследования», умение «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?

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

Для формирования компетенции «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»:

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:



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

8) разработка планируемого ответа и оценочного аппарата.

В отличие от предыдущих, задача 3 открытого типа. В приведенном примере возможные ответы:

1. Коагулянты добавляют, чтобы собрать выпавшие в ходе реакции в осадок фосфаты.
2. Щелочь добавляют для нейтрализации кислотности, которая повышается при гидролизе.

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.

Методика обучения решению интегративных контекстных заданий учитывает типы входящих в него задач по основному способу действия с информацией. Методика состоит из трех основных этапов

1 этап. Работа с контекстом.

Задание «Бабушкин огород» (реализуется в рамках урока 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)

Контекст: Бабушкин огород зарос хвощём (род *Equisétum*). Многие культурные растения 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 что наличие хвоща свидетельствует о том, что почва чрезмерно кислая. Для нейтрализации кислой среды опытные садоводы предложили внести в почву доломитовую муку или гашеную известь. Таня и Саня задумались – чем эти вещества помогут в борьбе с кислой средой почвы?

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 посветление листьев и пятна между жилками говорят о нехватке магния».

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. Форма работы фронтальная, основные приемы — пересказ контекста «своими словами», выделение героев сюжета, их действий и побуждений, выявление ключевых и вспомогательных элементов контекста. Основной метод работы с контекстом – метод конструирования теорий, предполагает теоретическое обобщение информации: абстрагирование от вспомогательных элементов, выявление фактов и нахождение связей между ними, понимание содержащейся в контексте проблемы.

Этап 2. Работа с условием и решение. В каждом задании можно выделить три типа задач по способу действий с информацией, работа с условием и решение которых может отличаться по используемым методам и приемам.

Задачи на анализ информации. Особенность задач данного типа состоит в том, что необходимый для решения объем информации предьявляется в явной текстовой форме. Работа с задачей *закрытого типа* предполагает оценку представленных вариантов ответа, установление их правильности/неправильности, верной последовательности, соответствия элементов множеств посредством сопоставления с информацией, которая представлена в условии.

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. Поиск ошибочных вариантов ответов в этом случае дает обучающимся информацию – подводит их к выбору верного варианта, одного либо нескольких; ошибка в данном случае рассматривается как источник информации. Использование приема эвристических вопросов предполагает деятельность педагога с целью определения верного ответа, 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 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 можно отбросить ответы C и D – гидроксильная группа не является элементом, влияющим на питание растений. В оставшихся ответах A или B выбрать тот, в котором упомянуто большее число элементов – ответ B.

Если задача с тем же смысловым содержанием сформулирована как *открытая*: «Задача 2. Помогите Сане и Тане, основываясь на химических формулах удобрений, определить, какое из них – гашеная известь или доломитовая мука лучше обогатит элементами, необходимыми для жизнедеятельности растений?», то в этом случае перебору подлежит соотношение исходных данных (химических формул веществ) с требованием задачи (элементы, необходимые для жизнедеятельности растений).

Для количественных задач такого типа чаще используется синтетический метод, 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 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:

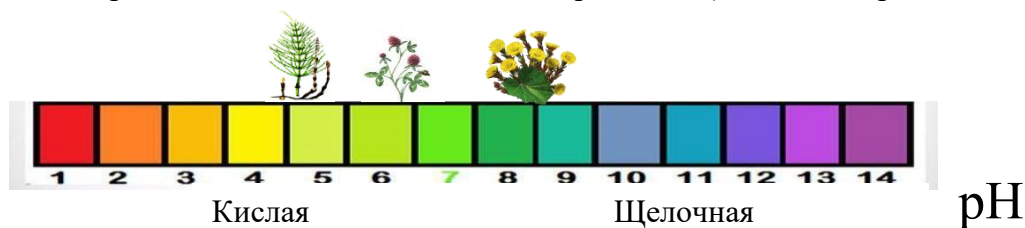
- 1) $M(\text{MgCO}_3) = 24 + 12 + 3 \cdot 16 = 84$ г/моль – молярная масса карбоната магния.
- 2) $24/84 = 0,286$ – массовая доля магния в карбонате магния.
- 3) $0,286 \cdot 43 = 0,123$ – массовая доля магния в доломитовой муке).
- 4) $3/0,123 = 24,3$ г на квадратный метр доломитовой муки нужно внести перед посадкой огурцов и томатов для обеспечения необходимого количества магния для растений.

Задачи на преобразование информации. В задачах данного типа необходимо осуществить преобразование информации условия из одной формы в другую, например, из табличной или графической формы в текстовую.

Задание «Бабушкин огород». Задача 4. По совету соседней 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 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 «рН – норма внесения» потребуется узнать значение рН, которое, в свою очередь можно определить по рисунку «растения – биоиндикаторы кислотности почвы». Хвощ соответствует рН почвенной вытяжки примерно 4,5–5,0, норма внесения в этом случае составляет 500 г/м². $X = N \cdot S = 500 \cdot 10 = 5000 \text{ г} = 5 \text{ кг}$. $5 \text{ кг} > 1 \text{ кг}$, потребуется около 5 кг удобрения, следовательно упаковки 1 кг не хватит.

Основные затруднения вызывает извлечение данных условия задачи из таблиц, схем, графиков, рисунков. При возникновении затруднений в дальнейшем, следует использовать упражнения на декодирование и кодирование информации — составление схем и таблиц, работа с изображениями.

Задачи на конструирование способа получения новой информации 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 обучающемуся необходимо достроить необходимые элементы научного исследования (сконструировать способ получения новой информации), а затем реализовать его.

Задание «Бабушкин огород». Задача 5. 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 (третий столбец таблицы).

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

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).

Этап 3. Контроль и рефлексия. В рамках использования метода контроля обучающийся, отвечая на вопросы педагога, оценивает – решены ли им задачи. 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? 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. Мы предлагаем использовать прием рефлексивных вопросов – вопросов, которые задает 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? Еще одним эффективным приемом является использование карт самодиагностики.

Результативно-оценочный компонент модели представлен критериями и показателями сформированности ЕНГ, а также критериальной методикой оценивания уровня сформированности ЕНГ, которая позволяет достоверно оценить ЕНГ доступным для учителей способом и включает 1) проверку контрольного интегративного контекстного задания на основе выделенных критериев и показателей; 2) расчет интегрального показателя сформированности ЕНГ; 3) перевод от значений интегрального показателя к уровням сформированности ЕНГ. Разработанная система критериев представлена в таблице 1, которая может быть использована и как карта оценивания.

Таблица 1

Критерии и показатели для оценки уровня сформированности ЕНГ

Критерий	Показатели		Баллы
	№	Действия обучающегося при выполнении задания	
1. Аксиологический (смысловой)	1	Может выявить и сформулировать проблему в описанной ситуации	
	2	Может сформулировать цель анализа ситуации	
	3	Может отделить значимую информацию, недостающую информацию для решения ситуации	
2. Когнитивный (знаниевый, познавательный)	4	Умеет выделить те области естественных наук, знания из которых необходимы для решения ситуации	
	5	Умеет выбрать знания из полученных ранее для решения задачи	
	6	Умеет выбрать знания, которых недостаточно для решения задачи или ситуации	
3. Деятельностный (критерий действия)	7	Представляет описанную проблему на языке науки (формул, схем)	
	8	Применяет для решения задачи методы естественнонаучного исследования	
	9	Планирует ход решения задания	
4. Рефлексивный (критерий оценки опыта)	10	Интерпретирует полученные данные для формулирования выводов, полученных из решения	
	11	Сопоставляет цель и результаты для решения задачи	
	12	Планирует процесс дополнения собственных знаний	

Каждому из 12 показателей присваивается значение по пятибалльной шкале; баллы умножаются на соответствующий весовой коэффициент и учитываются в интегральном показателе сформированности ЕНГ, который представляет собой линейную многофакторную модель; выражен функцией вида $F = \sum_{i=1}^n W_i * X_i$, где: F – интегральный показатель сформированности ЕНГ, принимает значения от 0 до 15; W_i – весовой коэффициент критерия, определен на основе экспертной оценки, приняты значения 0,3 для когнитивного и деятельностного и 0,2 – для аксиологического и рефлексивного критериев; X_i – количество баллов 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 (таблица 2)

Таблица 2

Шкала перехода 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

Достоверность предложенной критериальной методики оценивания сформированности ЕНГ доказана при сопоставлении с системой оценивания, используемой в рамках международных мониторинговых исследованиях функциональной (в том числе, естественнонаучной) грамотности школьников.

В третьей главе: «Экспериментальное исследование методической системы формирования естественнонаучной грамотности на основе организации деятельности по решению интегративных контекстных заданий» представлены результаты констатирующего, формирующего и контрольного этапов исследования.

На констатирующем этапе опытно-экспериментальной работы приняли участие 105 педагогов и 98 родителей старшеклассников. С помощью опросных методов подтверждён социальный запрос на формирование ЕНГ и выявлена потребность в заданиях, которые могли бы использоваться на уроках химии с формирующей целью, интегрируясь в текущий учебный материал по предмету. Учителям требуется методика самостоятельного составления таких заданий под замысел конкретного урока и способы оценивания ЕНГ, не предусматривающие экспертного участия. В рамках экспертного опроса обсуждалась проблема критериев оценивания уровня сформированности ЕНГ, ответы обрабатывались методом рангов: оценивались частоты оценок критериев по степени их значимости, что позволило оценить весовые коэффициенты критериев. С целью доказательства пригодности предложенного инструментария оценка проводилась двумя способами: 1) на основе методологии PISA и 2) на основе разработанной системы критериев. Для используемой выборки коэффициент Спирмена оказался равен 0,54, что по шкале Чеддока соответствует «заметной» силе корреляционной связи. Статистическая значимость коэффициента корреляции определена с помощью t-критерия.

Уровень сформированности ЕНГ участников опытно-экспериментальной работы фиксировали отдельно по критериям и как интегральный показатель. Статистически доказанная достоверность сходства позволила отнести параллели «а» 7, 8, 9 класса к контрольной группе, а «б» – к экспериментальной. Обучающиеся 7 классов принимали участие в исследовании в течение 3 лет, 8 классов – в течение 2 лет, 9 классов – в течение 1 года. Объем выборки 142 человека.

На контрольном этапе сравнивали значение всех критериев и интегрального показателя сформированности ЕНГ контрольных и экспериментальных групп (рисунки 2,3,4), а также динамику изменения интегрального показателя в группе с трехлетним участием в экспериментальной работе с 7 по 9 класс. 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.

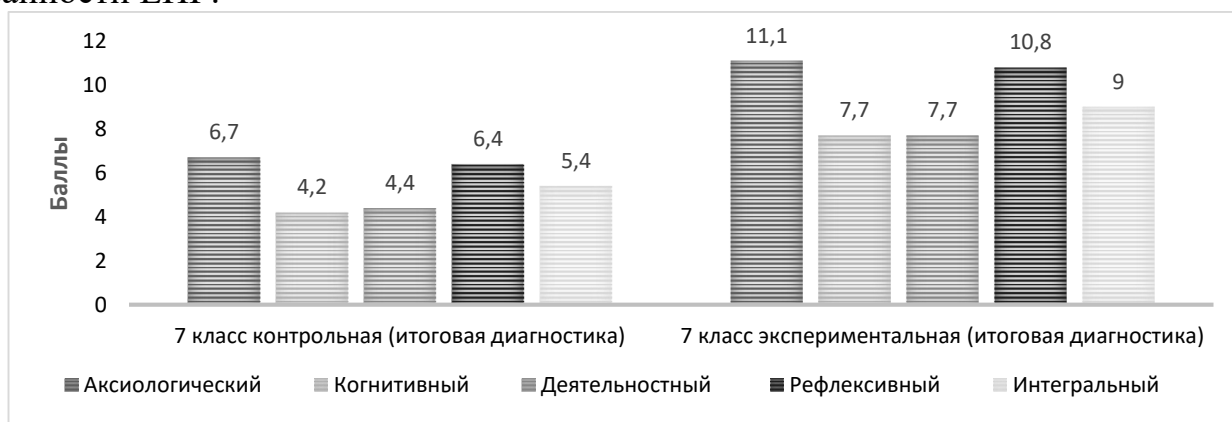


Рис. 2 – Результаты итоговой диагностики естественнонаучной грамотности обучающихся контрольных и экспериментальных групп 7 классов

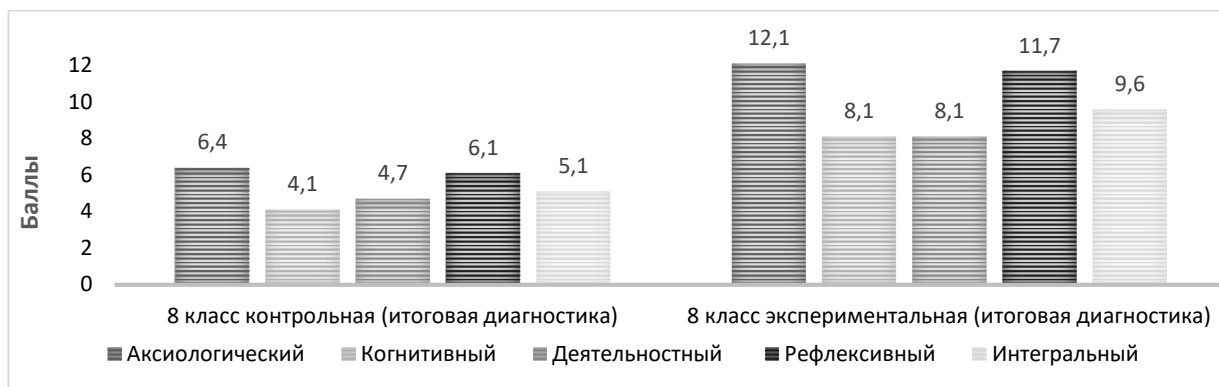


Рис. 3 – Результаты итоговой диагностики естественнонаучной грамотности обучающихся контрольных и экспериментальных групп 8 классов

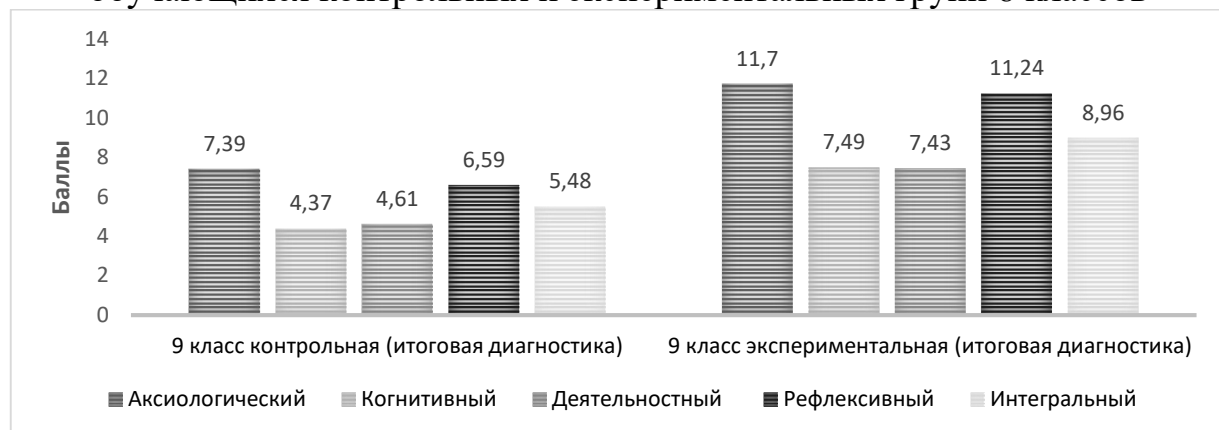


Рис. 4 – Результаты итоговой диагностики естественнонаучной грамотности обучающихся контрольных и экспериментальных групп 9 классов



Рис.5. – Динамика изменения интегрального показателя сформированности ЕНГ в экспериментальной группе с 7 по 9 класс.

В заключении представлены результаты диссертационного исследования, представляющие последовательное решение поставленных задач, подтверждающие выдвинутую гипотезу и защищаемые положения, а также подведены итоги:

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 ис-

пользован 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.

Основное содержание и результаты диссертационного исследования отражены в работах:

1. 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 (0,25 п.л.)

2. Ямщикова Д.С. О критериях оценки интеграционных результатов освоения курса «Естествознание» / Д. С. Ямщикова // *Физика в школе.* – 2018. – №2. – С. 178-183 (0,31 п.л.).

3. Ямщикова Д.С. Формирование функциональной естественнонаучной грамотности школьников / Ю.Ю. Гавронская, Д. С. Ямщикова // *Педагогика.* – 2021. – № 1. – С. 48-54 (0,5 п.л./0,25 п.л.).

4. 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. ART 3112. [Электронный ресурс] – URL: <http://emissia.org/offline/2022/3112.htm> (дата обращения: 09.09.2022) (0,3 п.л.).

5. 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 / под ред. И.Ю. Алексашиной. М.: Просвещение. – 2020. – 239 с. ISBN 978-5-09-07572-1 (15 п.л. / 5 п.л.).

6. Естественно-научная грамотность. Живые системы. Тренажер 7-9 классы: учеб. пособие для общеобразовательных организаций / Ю.П. Киселев, Д.С. Ямщикова / под ред. И.Ю. Алексашиной. М.: Просвещение. – 2020 – 224 с. ISBN 978-5-09-075073-8. (14 п.л./7 п.л.).

7. Ямщикова Д.С. Использование лайфхаков для формирования естественно-научной грамотности / Ю.Ю. Гавронская, Д. С. Ямщикова // *Непрерывное образование.* – 2020. – № 3 (33). – С. 94-97 (0,125 п.л / 0,06 п.л.).

8. Ямщикова, Д. С. Критериально-уровневая характеристика сформированности системного мышления учащихся / Д. С. Ямщикова // *Образовательные вызовы современности: тенденции развития педагогического исследования: Материалы V городской научно-практической конференции аспирантов, соискателей, докторантов, научных руководителей, молодых ученых, специализирующихся в области образования, Санкт-Петербург, 13 июня 2017 года.* – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования, 2017. – С. 84-86 (0,2 п.л.).

9. 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 (Санкт-Петербург — Ташкент, 23– 24 ноября 2022 года) / под науч. ред. С. В. Тарасова.* — Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2022. – С.440-447 (0,5 п.л.).

10. 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 (0,3 п.л.).

11. Ямщикова Д.С. Развитие функциональной грамотности школьников на основе интеграции материала биологии, химии, основ безопасности жизнедеятельности / С. И. Ямщиков, Д. С. Ямщикова // Актуальные проблемы химического и экологического образования. Верховский-150: материалы 68-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 11–13 мая 2023 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2023. – С. 156-159. (0,25 п.л./0,125 п.л.).