

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ: ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД¹

Заграничная Надежда Анатольевна,

старший научный сотрудник Центра естественнонаучного образования Института стратегии развития образования РАО, кандидат педагогических наук,

Паршутина Людмила Александровна,

старший научный сотрудник Центра естественнонаучного образования Института стратегии развития образования РАО, кандидат педагогических наук

- образовательные результаты • интеграция • естественнонаучные предметы • ФГОС
- естественнонаучная грамотность • обновление содержания • межпредметные связи
- общеучебные умения

В соответствии с ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» содержание образования является основанием для формирования у обучающихся адекватной современному уровню знаний картины мира; для воспитания человека-гражданина, интегрированного в социальную среду и нацеленного на её совершенствование; для воспроизводства и развития кадрового потенциала общества. В контексте названных целей естественнонаучное образование призвано обеспечивать достижение функциональной грамотности выпускниками школы; знакомить со спецификой научного мышления и методов научного познания; закладывать основы целостного взгляда на окружающий мир, на единство природы и человека. Таким образом, данная область образования охватывает широкий спектр знаний о разнообразных свойствах и способах изучения объектов природы, которые можно рассматривать как единое целое.

В данной статье рассматриваются возможные подходы к обновлению содержания и

методик изучения курсов химии и биологии в основной школе на основе интеграции образовательных результатов и методов их

достижения. В области «Естественнонаучные предметы» можно рассматривать естественнонаучную грамотность как частное проявление функциональной грамотности при изучении курсов химии, физики, биологии, что не противоречит идеям и смыслам, заложенным в ФГОС ООО.

Естественнонаучная грамотность (ЕНГ) – это интегративный результат обучения в области естественнонаучных дисциплин в основной школе. Этот результат обучения может считаться интегративным, так как его структура и содержание воссоставляются естественнонаучную целостность познавательного процесса на основе установления связей и отношений между всеми видами образовательных результатов. Интеграция, в данном случае, позволяет воссоединить результаты обучения как по вертикали (через межпредметные и управленческие связи), так и по горизонтали (через внутривидовые, технологические связи) [4]. В этом контексте ЕНГ может рассматриваться как комплекс внутренних ресурсов выпускника основной школы, используемый им для решения своих проблем в сфере применения естественнонаучных знаний.

Можно выделить два направления интеграции курсов химии и биологии с целью обеспечения возможности формирования

¹ Статья выполнена в рамках проекта «Обновление содержания общего естественнонаучного образования и методов обучения естественнонаучным предметам в условиях современной информационной среды». Шифр проекта № 27.6122.2017/БЧ.

ЕНГ – обновление содержания обучения и использование *общих методов*, обеспечивающих достижение запланированных результатов. В части обновления содержания значительную роль должно играть взаимодействие учебных предметов «Химия» и «Биология» на уровне общих проблем и понятий, их полифункциональных теоретических систем как конструктов формирования научной картины природы; на уровне решения комплексных проблем, осуществления межпредметных проектов и исследований.

При изучении учебного материала по химии и биологии интеграция содержания целесообразна при рассмотрении жизненно важных проблем, связанных с объектами природы и организмом человека. К таким проблемам могут быть отнесены: процессы, происходящие в гидросфере, атмосфере и биосфере, которые рассматриваются с точки зрения химического состава и свойств, их значения для жизнедеятельности организмов; роль органо-генных элементов и важнейших химических веществ в организме человека; вопросы охраны здоровья, профилактики заболеваний и вредных привычек; влияние деятельности человека (антропогенного фактора) на окружающую среду своего региона, страны; последствия изменения среды обитания человека для человеческой цивилизации в целом.

Также значимыми направлениями интеграции содержания биологии и химии являются установление межпредметных связей на уровнях формирования представлений о круговороте веществ и энергии в экосистеме; изучения химического состава и биохимических процессов в клетке и т.д. Таким образом, изучение как химии, так и биологии должно быть нацелено на формирование представлений о целостности и уникальности любого проявления жизни, её планетарной ценности; на выявление научной сути природных процессов.

Методика установления межпредметных связей на содержательном уровне активно разрабатывается в отечественной педагогике. Межпредметное взаимодействие возможно на уровне актуализации межпредметных понятий, использование которых позволяет учителю-предметнику и учащим-

ся обращаться к учебному материалу других естественнонаучных предметов. Например, курс биологии является источником краеведческих, природоохранных и медико-биологических знаний учащихся; основой для формирования экологических и здоровьесберегающих аспектов химического образования. На уроках биологии внимание учащихся должно быть привлечено к межпредметным связям с химией, к известным им химическим понятиям и закономерностям, например, при изучении тем «Вода в природе и в организме», «Строение и функции белков», «Свойства липидов и углеводов и их биологическая роль», «Строение, свойства и функции нуклеиновых кислот», «Рациональное питание», «Ферменты и их роль в организме», «Химические и биологические методы защиты растений», «Биохимический анализ крови» [2].

Важным шагом в направлении формирования ЕНГ будет освоение учениками общеучебных способов деятельности и общенаучных методов познания в процессе изучения предметного содержания. Речь идёт об обучении школьников общим приёмам, алгоритмам, схемам, образцам познавательной работы, которые являются универсальными, но которые формируются при усвоении конкретного материала каждого учебного предмета [1].

С целью и расширения у школьников представлений о теоретических и эмпирических методах познания и их использовании для решения учебных проблем целесообразно включение в курсы химии и биологии содержательной линии «Методы научного познания», в рамках которой происходит знакомство с процессом познания, со структурой и функциями научного знания. Далее эти представления развиваются и наполняются конкретным содержанием. Усвоенные понятия выступают языковой основой описания научных фактов, формулирования гипотез, законов и теорий. Благодаря изучению теоретических научных методов познания, учащиеся узнают о происхождении научных знаний и их отличии от обычной информации, получают представления об описательной, объяснительной и предсказательной функциях научных знаний, о необходимой последовательности познавательных действий, ведущих от незнания к знанию. Усиливается роль процедур орга-

низации мыслительной деятельности учащихся, выраженных в методологических понятиях теоретического знания: *научный факт, проблема, гипотеза, закономерность, закон, теория*. При изучении химии и биологии обучающиеся осваивают также общие эмпирические методы: *наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование, вычисление*. Школьники получают возможность на практике применять правила обращения с химическим и биологическим оборудованием и осваивать приёмы работы в лаборатории, научиться работать с источниками химической и биологической информации. Таким образом, закладывается основа для формирования метапредметных результатов обучения.

Освоение общеучебных умений является необходимым условием эффективной познавательной деятельности. Направленность на развитие этих умений реализуется в содержании обучения при условии, если наряду с сохранением фундаментальности усилено внимание к проблемности, практикоориентированности содержания, которое должно включать экологические и здоровьесберегающие сведения, примеры, подтверждающие роль химии в жизни современного человека; информацию о природных функциях изучаемых объектов, об их применении в жизненных ситуациях, отражение в содержании жизненного опыта и интересов учащихся. Эти идеи реализуются как в курсе химии, так и в курсе биологии при включении в содержание обучения таких вопросов, как основы экологической грамотности, химия и здоровье; загрязнение окружающей среды; проблемы безопасного использования веществ и химических реакций; роль химии и биологии в решении экологических проблем. Для обеспечения возможности достижения метапредметных результатов важно предусмотреть в содержании обучения ситуации, в которых необходимо применение общеучебных умений, а также возможности для использования специального инструментария для их формирования, развития и диагностики.

Общей и эффективной методикой формирования ЕНГ выпускников может стать опора на научные методы познания в образовательном процессе. Научный метод является исторически сложившейся *системой представлений человека о цели,*

плане и средствах осуществления исследования. Практическая реализация научного метода познания на уроках возможна в рамках проблемного и исследовательского методов обучения, а также при проведении учебных проектно-исследовательских внеурочных работ. Химия и биология относятся к учебным предметам, в которых имеются реальные возможности приобщить учащихся к экспериментальной учебной проектно-исследовательской работе. Природные и лабораторные наблюдения, эксперимент, самостоятельные учебные исследования могут и должны стать неотъемлемой частью преподавания этих предметов. В практике преподавания естественных наук известна методика «Исследование незнакомого явления». В соответствии с ней исследования выполняются по схеме цикла научного познания, то есть реализуется схема субъективного «переоткрытия» учениками того, что было открыто в ходе исторического развития науки.

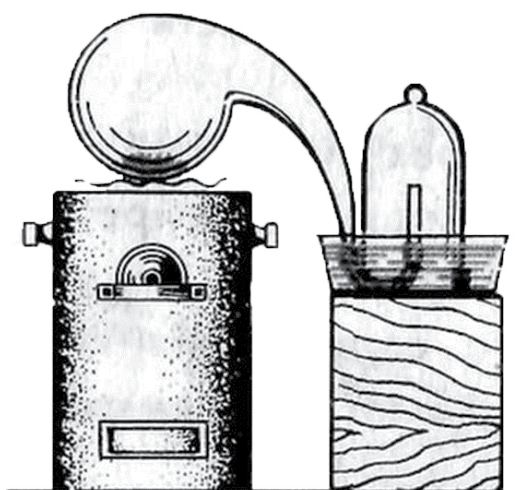
При изучении фундаментальных законов и теорий важно обращать внимание на историю открытий, организовывать познавательную деятельность учащихся таким образом, чтобы они анализировали научные факты и выдвигали гипотезы, проверяли их в эксперименте. Необходимо формировать представления о том, что научное знание развивается циклически. Этапы научного метода познания образуют повторяющийся замкнутый цикл: 1) результаты наблюдения явлений выявляют научные факты, порождают проблему, для решения которой необходимо найти причину явления и объяснить его; 2) интуитивно выдвигаемая гипотеза даёт предположительное решение проблемы; 3) логические выводы из гипотезы обосновывают теоретические предвидения; 4) выводы проверяются экспериментально; они либо подтверждаются результатом эксперимента и используются на практике, либо не подтверждаются опытом и становятся источником проблемы в начале нового цикла. Завершающий этап цикла научного познания имеет особую воспитательную ценность. Он раскрывает главную особенность научного знания – его прогнозирующую, предсказательную функцию и экспериментальную проверяемость [5].

Овладение умениями формулировать гипотезы, конструировать приборы, прово-

дить эксперименты, оценивать полученные результаты позволяет школьникам освоить и организовать своё познание на основе научных методов. Изучение химии и биологии в рассмотренном контексте предоставляет возможность научиться анализировать жизненные проблемные ситуации, идентифицировать комплекс необходимых научных знаний и определять условия, в которых они применимы на пользу человеку и обществу. У учеников формируются способности для осознания комплексных проблем в таких сферах, как экология и охрана окружающей среды, здравоохранение, сбалансированное питание, бытовые проблемы, новые технологии, строительство, сельское хозяйство, транспорт, производство энергии и появляется заинтересованность в нахождении способов их решения.

Научными исследованиями и практикой преподавания показано, что опора на научные методы познания является не только эффективным методическим приёмом формирования ЕНГ, но и интегрирующим фактором при выработке общих подходов к обновлению методик обучения в области естественнонаучных учебных предметов [3, 5].

Важный фактор достижения ЕНГ на межпредметной основе – разработка инновационного дидактического обеспечения курсов химии и биологии. Использование общих подходов к разработке учебных заданий означает на практике, что задания на материале каждого учебного предмета должны включать решение мировоззренческих, экологических и практико-ориентированных проблем в контексте реальных жизненных ситуаций. Инновационные задания такого типа разрабатываются сотрудниками Центра естественнонаучного образования ИСРО РАО. Так, в экспериментальных школах выпускникам 9-х классов при определении достижения ими уровней ЕНГ была предложена диагностическая работа, включающая задания по химии, биологии и физике, объединённые общей темой «Методы научного познания». Задания, содержащие контекст каждого из учебных предметов, были ориентированы на умения, входящие в систему планируемых результатов ЕНГ [3]. Рассмотрим задания, вызвавшие наибольшие затруднения у девятиклассников.



Пример задания по химии:

Французский учёный А. Лавуазье провёл эксперимент, в котором нагревал на печи реторту с ртутью и воздухом (см. рис.). В конце опыта ртуть превратилась в оранжевый порошок и при этом исчезла $1/5$ часть воздуха. Об этом свидетельствовал подъём воды под стеклянным колоколом, с которым была соединена реторта. Затем он нагрел оранжевый оксид ртути и установил, что образовалась металлическая ртуть, а поглощённый прежде воздух снова выделился в том же объёме. На основе этого эксперимента Лавуазье установил закономерности, которые позволили ему сформулировать «Кислородную теорию», объясняющую состав воздуха, процессы горения и окисления.

А) Сформулируйте гипотезу, которую, по вашему мнению, мог проверять учёный в этом опыте (гипотеза обычно имеет форму предположения: если произойдёт... то это будет значить, что...).

Б) Объясните, почему в этом опыте нельзя было просто герметично запаять реторту?

Оценивание выполнения задания:

А) *Планируемый результат:* понимание основных особенностей естественнонаучного исследования (или естественнонаучного метода познания). Освоение исследовательских умений.

Критерии оценивания: умение определять и формулировать проблему; определять цель

и задачи, адекватные проблеме, выдвигать **гипотезу**.

Б) Планируемый результат: освоение умений объяснять или описывать естественно-научные явления на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозировать возможные изменения и последствия.

Критерии оценивания: объяснить принцип действия технического устройства или технологии.

№	Действия учащегося	Баллы (n)
А	Сформулировал предположение на основании представлений о работах А. Лавуазье по определению состава воздуха и роли кислорода. Гипотеза эксперимента: если при нагревании металла в реторте <u>поглощается часть воздуха, а при разложении оксида эта часть воздуха снова выделяется, то это означает, что в воздухе содержится вещество, которое соединяется с металлом (кислород). Воздух имеет сложный состав.</u>	1–3
Б	Если проводить опыт в запаянной реторте, то <u>невозможно установить изменение объёма воздуха, т.е. обнаружить роль кислорода.</u>	1
Суммарный максимальный балл (n _{max})		4

Результаты диагностической работы показали, что коэффициент освоения умений ($K_y = n/n_{max}$), проверяемых при помощи этого задания, оказался низким. Часть А: $K_y = 20\%$ (среднее значение по результату 4-х классов); часть Б: $K_y = 24\%$.

Пример задания по биологии:

Известны **научные факты**: Ряд болезней человека имеет бактериальное происхождение: чума, холера, сибирская язва, туберкулёз, дизентерия и др. Болезни, вызываемые бактериями, являются очень опасными и могут привести к смертельному исходу. Бактерии, благодаря малым размерам, легко проникают в любые трещины, щели, поры. Они выносливы и приспособлены к различным условиям существования. Попадая в организм человека, бактерии приобретают патогенные свойства.

Так, бактериальное заболевание туберкулёз лёгких человека почти всегда протекает тяжело и имеет серьёзные последствия.

На основе приведённых и других, известных вам, научных фактов сделайте **вывод** о причинах тяжёлого протекания туберкулёза лёгких. Аргументируйте ответ.

Оценивание выполнения задания:

Планируемый результат: освоение умений использовать научные доказательства и имеющиеся данные для получения выводов, их анализа и оценки достоверности.

Критерии оценивания: умение интерпретировать известные научные факты и сформулировать выводы, аргументы, доказательства.

№	Действия учащегося	Баллы
1	Назвал причины тяжёлого протекания заболевания: Возбудитель заболевания – бактерия туберкулёзной палочки (палочки Коха). Попадая в организм человека, бактерии приобретают патогенные свойства и вырабатывают в поражённом организме ядовитые вещества, называемые токсинами. Именно они являются обычно причиной болезненного состояния заражённого организма.	1–2
2	Туберкулёз сопровождается повышением температуры тела. Больной заходится сильным кашлём с примесью крови в мокроте. Если не начать немедленное лечение, бактерии способны поразить и другие органы. Например, почки, головной мозг, костную систему.	1–2
Суммарный максимальный балл		4

Результаты диагностической работы показали, что коэффициент освоения умений ($K_y = n/n_{max}$), проверяемых при помощи этого задания, оказался низким. $K_y = 18\%$ (среднее значение по результату 4-х классов).

Полученные результаты выполнения заданий свидетельствуют, что у девятиклассников недостаточно сформированы умения:

- исследовать проблемы;
- изучать объекты и явления;
- самостоятельно планировать и проводить эксперименты;
- предвидеть последствия своих действий;
- обобщить (интерпретировать) известные научные факты и на их основе фор-

мулировать выводы, аргументы, доказательства.

Это именно те умения, которые осваиваются школьниками при использовании метода научного познания на уроках естественнонаучных дисциплин и развиваются посредством специальных заданий.

Таким образом, можно сделать вывод, что в методике обучения химии и биологии актуальными направлениями обновления методов обучения являются:

- ✓ ориентирование процесса обучения на целенаправленное и систематическое приобщение учащихся к самостоятельной познавательной деятельности, научным методам познания, самостоятельным экспериментам и исследованиям, к разработке учебных проектов, формирующих мотивацию и развитие способностей в области каждого учебного предмета;
- ✓ разработка дидактического инструментария, позволяющего формировать и оценивать ЕНГ как систему таких её компонентов, как способность к научному миропониманию, овладение методами научного познания, общеучебными умениями и др. □

Литература

1. *Кузнецова Н.Е., Герус С.А.* Формирование обобщённых умений на основе алгоритмизации и компьютеризации обучения / Н.Е. Кузнецова, С.А. Герус // *Химия в школе.* – 2002. – № 5.
2. *Паршутина Л.А.* Интеграция образования в учебно-исследовательской деятельности школьников по биологии / Интеграция формального и неформального образования: методические рекомендации: под науч. ред. В.А. Горского, Л.А. Паршутина. – М.: УРАО ИСМО, 2011. – С. 119–132.
3. *Пентин А.Ю., Заграничная Н.А., Паршутина Л.А.* Формирование и диагностика естественнонаучной грамотности: комплексные межпредметные задания с химической составляющей / А.Ю. Пентин, Н.А. Заграничная, Л.А. Паршутина // *Народное образование.* – 2017. – № 1–2 (1460). – С. 136–143.
4. *Перминова Л.М.* Функциональная грамотность учащихся. Современный урок / Л.М. Перминова. – М.: МИОО, 2009. – 111 с.
5. *Разумовский В.Г.* Проблемы теории и практики школьного физического образования: избранные научные статьи / В.Г. Разумовский; составитель Ю.А. Сауров. – М.: Из-во РАО, 2016. – 196 с.