

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ИНСТИТУТ СТРАТЕГИИ
РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

федеральное государственное
бюджетное научное учреждение

**Достижение метапредметных результатов
в рамках изучения предметов
естественно-научного блока**

(ОСНОВНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ)

Методические рекомендации

Москва
2023

УДК 372.8
ББК 74.262.0
Д70

Авторский коллектив:

Н. А. Заграничная, кандидат педагогических наук,
старший научный сотрудник лаборатории профильного образования
ФГБНУ «Институт стратегии развития образования»

Л. А. Паршутина, кандидат педагогических наук, зав. лабораторией профильного
образования ФГБНУ «Институт стратегии развития образования»

А. Ю. Пентин, кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник лаборатории профильного образования
ФГБНУ «Институт стратегии развития образования»

А. В. Теремов, доктор педагогических наук, профессор ВАК РФ, член-корреспондент
Международной академии наук педагогического образования

Рецензенты:

Н. М. Кутузова, доктор биологических наук

А. А. Каверина, кандидат педагогических наук

Б. М. Арипшева, кандидат биологических наук

Д70

Достижение метапредметных результатов в рамках изучения предметов естественно-научного блока (основное общее образование): методические рекомендации / Н. А. Заграничная, Л. А. Паршутина, А. Ю. Пентин, А. В. Теремов. – М.: ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», 2023. – 136 с. : ил.

ISBN 978-5-6050561-8-8

В пособии с позиций обновленного ФГОС ООО и федеральных рабочих программ по физике, химии и биологии (базовый и углубленный уровни) рассмотрены общие вопросы, касающиеся детализации требований стандарта к метапредметным результатам освоения ФООП ООО, содержательной характеристики различных форм организации учебного процесса, способствующих оптимизации обучения естественно-научных дисциплин в контексте требований стандарта и планируемых результатов освоения предметов.

В пособии предложены методические рекомендации по обеспечению возможности достижения метапредметных результатов при изучении курсов физики, химии и биологии на уровне основного общего образования. Рассмотрены особенности заданий, направленных на формирование, развитие и оценивание познавательных универсальных учебных действий. В приложении пособия представлены фрагменты сценариев уроков и внеурочных занятий, примеры проектных и исследовательских работ.

Материалы представляют интерес для широкого круга специалистов в области естественно-научного образования: учителей, преподавателей педагогических вузов и колледжей, методистов системы повышения квалификации учителей.

Методическое пособие разработано в рамках государственного задания ФГБНУ «Институт стратегии развития образования» на 2023 г. «Обновление содержания общего образования».

УДК 372.8
ББК 74.262.0

ISBN 978-5-6050561-8-8

© ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», 2023

Все права защищены

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Введение | |
| Раздел 1. Метапредметные результаты освоения ФОП ООО в образовательной области «естественно-научные предметы» и возможности их достижения в рамках отдельных учебных предметов и в условиях межпредметной интеграции | 6 |
| Раздел 2. Методика формирования межпредметных понятий на основе межпредметной интеграции | 13 |
| 2.1. Общие подходы к формированию понятий в условиях реализации межпредметных связей..... | 13 |
| 2.2. Приемы организации познавательной деятельности обучающихся при формировании систем межпредметных понятий | 20 |
| 2.3. Формирование межпредметных понятий о методах научного познания | 23 |
| Раздел 3. Методические аспекты формирования универсальных учебных действий при изучении естественно-научных учебных предметов..... | 33 |
| 3.1. Формирование познавательных универсальных учебных действий средствами учебного предмета «Химия». Приемы организации познавательной деятельности обучающихся | 35 |
| 3.2. Формирование познавательных универсальных учебных действий средствами учебного предмета «Биология». Приемы организации познавательной деятельности обучающихся | 60 |
| 3.3. Формирование познавательных универсальных учебных действий средствами учебного предмета «Физика». Приемы организации познавательной деятельности обучающихся | 85 |
| 3.4. Формирование коммуникативных универсальных учебных действий в образовательной области «естественно-научные предметы»..... | 104 |
| 3.5. Формирование регулятивных универсальных учебных действий в образовательной области «естественно-научные предметы» | 109 |
| Заключение..... | 116 |
| Приложения | 117 |
| Приложение 1. Возможности достижения метапредметных результатов обучения на внеурочных занятиях..... | 117 |
| Приложение 2. Пример организации учебно-исследовательской деятельности как средства достижения метапредметных результатов | 128 |
| Список рекомендуемой литературы | 132 |

ВВЕДЕНИЕ

В условиях введения в действие обновленного федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ООО) и федеральной образовательной программы основного общего образования (ФОП ООО) помощь учителям-предметникам окажут методические материалы, способствующие эффективному достижению требований стандартов в школьной практике.

Достижение учащимися *метапредметных результатов* и определение эффективности этого процесса – непростая задача, стоящая перед учителем современной школы. Метапредметные результаты включают освоенные универсальные учебные действия (УУД) и межпредметные понятия.

Формирование и развитие универсальных учебных действий и межпредметных понятий осуществляется средствами всех учебных предметов в ходе урочной и проектно-исследовательской деятельности обучающихся. Каждый учитель-предметник вносит вклад в достижение обучающимися метапредметных результатов. Управление процессом формирования и развития универсальных учебных действий предполагает не только использование педагогом специальных методических приемов, но и применение системы формирующих и диагностических заданий, позволяющих эффективно отслеживать текущие и промежуточные результаты обучающихся, а также с учетом этого вносить необходимые изменения в процесс обучения.

При организации работы, обеспечивающей достижение обучающимися метапредметных результатов, учитель сталкивается с целым рядом сложностей.

Это связано с тем, что в ФГОС ООО содержание требований к метапредметным результатам раскрыто в достаточно обобщенном виде. Эти требования уточняются и конкретизируются в ФОП ООО на уровне федеральных рабочих программ по учебным предметам. Перед учителем стоит задача вычленения образовательных результатов для каждой темы и урока, наиболее эффективное достижение которых определяется особенностями изучаемого учебного содержания.

Вслед за детализированным описанием метапредметных результатов в связи с изучаемым учебным содержанием встает задача измерения достигнутого. В ФГОС ООО и конкретизирующих его материалах отсутствуют

описания показателей развития универсальных учебных действий. Поэтому учителю предстоит определить как эти показатели, так и способы их оценивания. Основным инструментом формирования, а соответственно, и диагностики метапредметных результатов являются задания, направленные на применение межпредметных понятий и учебных умений. Подбор таких заданий, включающих предметный материал, часто также является задачей учителя.

В школьной практике для развития и оценивания УУД применяются самые разнообразные процедуры, методы и приемы. Выбор наиболее эффективных из них в конкретных условиях образовательной организации осуществляет учитель-предметник. Все эти виды профессиональной деятельности необходимо совершенствовать учителям физики, химии и биологии.

В данном методическом пособии состав метапредметных результатов освоения образовательной программы представлен для каждого из естественно-научных учебных предметов, с учетом его вклада в достижение общих образовательных результатов. Рассмотрена система методических приемов, которые могут использоваться учителем для освоения и развития межпредметных понятий, а также для формирования и оценивания умений, соответствующих основным группам универсальных учебных действий. В соответствии с ними предложены примеры конкретных заданий, ориентированных на применение учебных умений на материале естественно-научных предметов. Представлены образцы заданий для оценки как сформированности отдельных общеучебных умений, так и для комплексной оценки уровня достижения метапредметных результатов в образовательной области «Естественно-научные предметы».

В представленных методических материалах учителям предложены возможные подходы к реализации отдельных требований ФГОС ООО, которым в традиционных методиках преподавания естественных дисциплин не уделено еще достаточного внимания. Методическое пособие поможет учителю организовать работу по освоению обучающимися фундаментальных естественно-научных понятий и универсальных умений познавательной деятельности.

РАЗДЕЛ 1. МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ФОРМ ОБРАЗОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ «ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ПРЕДМЕТЫ» И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ В РАМКАХ ОТДЕЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ И В УСЛОВИЯХ МЕЖПРЕДМЕТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

В федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования, утвержденном приказом Министерства просвещения России от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (зарегистрировано в Минюсте России 05.07.2021 № 64101) [27], отражены структура и основное содержание требований к результатам освоения обучающимися федеральной образовательной программы основного общего образования.

Под *метапредметными* результатами понимаются приобретенные обучающимися на базе одного, нескольких или всех учебных предметов *междисциплинарные (межпредметные) понятия* и *универсальные учебные действия*, применимые как в рамках образовательного процесса, так и при решении проблем в реальных жизненных ситуациях. Универсальные учебные действия в совокупности обеспечивают формирование готовности к самостоятельному планированию и осуществлению учебной деятельности.

Междисциплинарные (межпредметные) понятия, входящие в структуру метапредметных результатов, – это наиболее общие, широко употребляемые научные понятия.

В образовательной области «Естественно-научные предметы» в составе метапредметных результатов выделяют значимые для формирования мировоззрения общенаучные понятия, которые используются в естественно-научных дисциплинах и позволяют формировать представление о целостной научной картине мира. Среди них: объект, система, признак, факт, закономерность, теория, опыт, феномен, анализ, синтез, классификация и др.

Универсальные учебные действия могут быть охарактеризованы как совокупность способов действий, обеспечивающих самостоятельное усвоение новых знаний, формирование умений, включая организацию этого процесса. Освоенные универсальные учебные действия позволяют обучающимся

сознательно и активно овладевать новым социальным опытом: ставить учебные цели, искать и использовать способы их достижения, подбирать необходимые для этого средства, контролировать и оценивать процесс и результаты деятельности. Это ведет к развитию личности и ее самореализации на основе готовности к непрерывному образованию и самообразованию. УУД – это действия, обеспечивающие компетенцию «уметь учиться», применимую в любой предметной области [5, 7].

Овладение универсальными учебными действиями (*регулятивными, познавательными, коммуникативными*) важно для повышения эффективности освоения содержания каждого учебного предмета, формирования компетенций, а также проектно-исследовательской деятельности обучающихся в курсе химии, физики и биологии, для развития способности их использовать в учебной, познавательной и социальной практике.

Обозначенные в ФГОС ООО метапредметные результаты достигаются обучаемыми в ходе как урочной, так и внеурочной деятельности в процессе реализации образовательной организацией Федеральной образовательной программы. Они отражают вклад каждого учебного предмета в достижение общих результатов освоения образовательной программы основного общего образования. В условиях предметного обучения метапредметные результаты формируются в единстве, комплексно, а основная нагрузка при этом приходится на урок как главную единицу учебного процесса.

Очевидно, что достижение метапредметных результатов обучения должно быть тесно взаимосвязано с достижением предметных результатов. Деятельность обучающихся, которые вначале выполняют конкретно-практические действия при освоении предметного содержания, должна постепенно обогащаться действиями, направленными на овладение межпредметными знаниями и общеучебными умениями. Это даст школьникам возможность действовать в изменившихся условиях, используя новый предметный материал, т. е. успешно применять УУД.

В процессе изучения естественно-научных учебных предметов необходимо создать условия для формирования у обучающихся общих способов действий, которые путем широкого переноса могут быть использованы для решения познавательных задач как в стандартной, так и в нестандартной ситуации (например, задач, основанных на материале нескольких учебных

предметов или задач, связанных с повседневной жизнью). Одним из таких условий обучения является использование различных межпредметных связей.

В контексте освоения ФОП ООО естественно-научное образование призвано обеспечивать достижение функциональной грамотности (естественно-научной грамотности – ЕНГ) выпускниками основной школы; знакомить со спецификой научного мышления и методов научного познания; закладывать основы целостного взгляда на окружающий мир. Полноценное формирование таких результатов естественно-научного образования происходит при условии взаимодействия и взаимообогащения содержания и методики преподавания химии, биологии, физики и других учебных дисциплин. Интеграция естественно-научных предметов необходима при рассмотрении реальных проблем, которые возникают на стыке наук, при включении в содержание обучения общенаучных методологических знаний, общенаучных и межпредметных понятий, при реализации в обучении общенаучных методов познания. Такой подход к обновлению содержания и методик обучения способствует формированию в сознании школьников единой современной естественно-научной картины мира.

Другое направление взаимодействия естественно-научных учебных предметов включает освоение универсальных учебных действий, что является необходимым условием эффективной познавательной деятельности. Возможность управления познавательной деятельностью находится в прямой зависимости от сформированности у обучающихся умений решать проблемы, от умений информационной и коммуникативной деятельности, от логических умений. В курсах физики, химии и биологии УУД формируются в процессе работы ученика с учебным содержанием предмета. Развитие метапредметных умений происходит эффективно, если в изучаемом содержании предусмотрены возможности для этого. Они возникают при условии сохранения фундаментальности содержания и в то же время при разумном усилении проблемности и практикоориентированности обучения. Фундаментальное содержание обучения отражает процесс познания мира, освоение умений взаимодействовать с окружающим миром и овладение научными основами миропонимания, создание основы для формирования ценностных отношений, развития интеллектуальных способностей обучающихся. Для обеспечения

достижения метапредметных результатов важно включать в содержание обучения актуальный современный фактологический материал и рассматривать его в ситуациях, в которых необходимо применение общеучебных умений. Такие учебные ситуации обычно возникают при решении специально подобранных заданий, направленных на применение умений решения проблем (регулятивных), информационных и логических умений (познавательных), практических и экспериментальных умений в реальных условиях.

Важнейшим фактором формирования познавательных умений обучающихся является опора на научные методы познания в образовательном процессе. Поэтому в качестве важного аспекта обновления и интеграции методик естественно-научных учебных предметов мы рассматриваем освоение обучающимися общенаучных методов познания в процессе изучения предметного содержания. В целях развития у школьников представлений о теоретических и эмпирических методах познания целесообразно включение в учебные курсы межпредметного модуля «Методы научного познания», в рамках которого происходит знакомство как с целостным циклом процесса познания, так и со структурой и функциями научного знания. Если в начале изучения учебных дисциплин усвоены основополагающие методологические понятия, соответствующие уровню развития обучающихся определенного возраста, то в дальнейшем они будут являться языковой основой описания научных фактов, формулирования гипотез, законов и теорий. При изучении физики, химии и биологии обучающиеся также осваивают эмпирические научные методы: *наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование, вычисление*. В рамках школьного эксперимента они получают возможность на практике применять правила обращения с лабораторным оборудованием с учетом того, что школьные лаборатории в настоящее время оснащаются современными цифровыми приборами и средствами ИКТ.

Научный метод является исторически сложившейся *системой представлений человека о цели, плане и средствах осуществления исследования*. Знакомство с методами естественных наук на примерах истории открытия законов и теорий создает условия для эффективного формирования представлений обучающихся об организации познавательной и исследовательской деятельности, для развития их творческих способностей [7]. Школьниками должны быть усвоены представления о том, что научное

знание добывается экспериментально (в ходе наблюдений и опытов устанавливаются факты). Научные факты обобщаются логикой, и так создаются гипотезы – предположения. Гипотезы, основанные на одних опытах, проверяются другими опытами. Гипотезы, противоречащие экспериментам, признаются ложными. А предположения, имеющие логическое объяснение и согласующиеся с другими опытами, составляют основу теории. Практическая реализация научного метода познания на уроках происходит при использовании исследовательского метода обучения, а также при проведении учебных проектно-исследовательских внеурочных работ. Физика, химия, биология – это те школьные предметы, при изучении которых имеются реальные возможности приобщить обучающихся к экспериментально-исследовательской работе. Природные и лабораторные наблюдения, эксперимент, самостоятельные учебные исследования могут и должны стать неотъемлемой частью преподавания этих предметов [3].

В практике преподавания физики известна методика «исследование незнакомого явления» [22]. Эти исследования выполняются по схеме цикла научного познания, т. е. реализуется схема субъективного «переоткрытия» учениками того, что было открыто в ходе исторического развития науки. Этот опыт может быть перенесен в процесс изучения химии и биологии. В школьных курсах этих учебных предметов при изучении законов и теорий важно обращать внимание обучающихся на методы, при помощи которых были сделаны основополагающие научные открытия, организовывать познавательную деятельность учеников таким образом, чтобы они анализировали научные факты и выдвигали гипотезы, проверяли их в эксперименте. Эти методические приемы помогают обучающимся понять логику научного исследования, формируют научный тип мышления. В итоге школьники смогут научиться решать комплексные проблемы не только в специально смоделированных учебных ситуациях, но и в жизненных ситуациях, связанных с экологией и охраной окружающей среды, с сохранением своего здоровья, с повседневным бытом, с новыми технологиями, сельским хозяйством, энергетикой и т. п.

Научными исследованиями и школьной практикой показано, что опора на научный метод познания является не только эффективным методическим приемом формирования естественно-научной грамотности (ЕНГ), но и интегрирующим фактором при выработке общих подходов к достижению

метапредметных результатов при освоении содержания учебных предметов «Физика», «Химия» и «Биология» [3, 22].

Немаловажным аспектом обновления методики и содержания обучения на основе межпредметной интеграции является установление единых требований к разработке дидактического обеспечения курсов естественно-научных предметов. Предложены различные модели заданий инновационного типа [1, 2, 19]. Комплексные задания включают вопросы по физике, химии, экологии и биологии, они направлены на решение мировоззренческих, экологических и практико-ориентированных проблем в контексте реальных жизненных ситуаций. При выполнении таких заданий обучающиеся имеют возможность на практике убедиться во взаимосвязи и взаимообусловленности физических, биологических и химических процессов в явлениях действительности.

В заключение в качестве вывода подчеркнем, что как необходимое условие для обеспечения возможности достижения метапредметных результатов при изучении физики, химии и биологии в основной школе можно рассматривать постоянное взаимодействие этих учебных предметов в следующих направлениях:

- 1) формирование ЕНГ и универсальных учебных действий – общеучебных умений, которые являются результатом изучения всех естественно-научных дисциплин;
- 2) включение в содержание обучения общенаучных методологических знаний, общенаучных и межпредметных понятий;
- 3) использование проблемного подхода, включающего рассмотрение межпредметных ситуаций и выделение проблем, интересных для обучающихся;
- 4) решение учебных проблем исследовательским методом, который реализуется на основе научного метода познания;
- 5) применение дидактического инструментария, разработанного по единым требованиям (комплексные задания, включающие вопросы по физике, химии, экологии и биологии, отражающие реальные жизненные ситуации, понятные подросткам).

В настоящее время российские школьники, как было выявлено при проведении мониторинговых исследований, имеют относительно невысокий уровень естественно-научной грамотности. Это означает, что обучающиеся

основной школы не овладели в достаточной степени знаниями и умениями, необходимыми для научного познания; не усвоили основные особенности естественно-научных исследований; они не в полной мере подготовлены к использованию научных знаний и методов для принятия решений в жизни, т. е. имеют недостаточный уровень достижения метапредметных результатов обучения.

Решить эту проблему можно, совершенствуя методики преподавания естественно-научных учебных предметов, в которых будет усилено внимание к формированию УУД, усвоению межпредметных (междисциплинарных) понятий и методологических знаний, а также развитию умений их применять на практике.

РАЗДЕЛ 2. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ПОНЯТИЙ НА ОСНОВЕ МЕЖПРЕДМЕТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

2.1. Общие подходы к формированию понятий в условиях реализации межпредметных связей

Основу содержания естественно-научного образования в основной школе составляют системы понятий, законы, теории и факты. Понятия, законы и теории обеспечивают фундаментальность основного общего естественно-научного образования, а факты – его конкретную эмпирическую часть, практическую направленность и связь с жизнью.

Понятие – это форма отражения в мышлении предметов и явлений посредством выделения общих признаков у объектов одного класса. Понятие выражается словом, термином.

Междисциплинарные (межпредметные) понятия можно подразделить на две группы: содержательные и методологические понятия. К содержательным межпредметным понятиям отнесем те элементы содержания, которые представлены в образовательных программах по физике, биологии и химии. К методологическим понятиям отнесем надпредметные понятия, связанные с научным методом познания и научными способами описания реальности. При этом обе группы должны быть предельно емкими и включать только наиболее фундаментальные понятия.

Межпредметные понятия, характерные для предметной области «Естественно-научные предметы» также связаны и с другими предметными областями. Это:

- *содержательные понятия*: вещество, энергия, движение, атом, молекула, технология и т. п.;
- *методологические понятия*: явление, процесс, взаимосвязь, функция, система, модель, гипотеза, закон, теория, научный факт, метод и т. п.

Методической основой усвоения и развития междисциплинарных понятий выступают установление и расширение *межпредметных связей*, которые в комплексе с внутрипредметными связями являются важным средством формирования понятий в образовательной области «Естественно-научные предметы». Межпредметные связи отражают единство материального мира, взаимосвязи явлений природы и отношения окружающей среды и общества.

В формировании научной картины природы участвуют как теоретические, так и методологические понятия, представленные на предметном

и междисциплинарном уровнях: предметные понятия («химический элемент», «физическое тело», «химическая реакция», «оксиды», «электрический ток», «бактерии», «млекопитающие» и др.); естественно-научные межпредметные понятия («вещество», «энергия», «явление», «процесс», «эксперимент», «модель» и др.) и философские категории («материя», «взаимодействие», «причина», «сознание», «свойство», «отношение» и др.).

При постепенном обобщении предметных понятий в ходе обучения происходит переход от понятий меньшего объема (предметных) к понятиям большего объема (межпредметным), а затем – к освоению общенаучных понятий. Таким образом выстраиваются цепочки развития взаимосвязанных понятий, например:

горение топлива – химическая реакция – процесс;

опыт по получению аммиака – химический эксперимент – эксперимент – метод научного познания.

Специфика каждого из учебных естественно-научных предметов проявляется в наличии большого количества предметных понятий, раскрывающих содержание и объем межпредметных и общенаучных понятий. Школьные естественно-научные дисциплины рассматривают различные стороны природных объектов и факторы, влияющие на них. Именно через это множество предметных понятий с их существенными признаками обучающиеся познают смысл межпредметных понятий.

Особое место занимают межпредметные научные понятия экологического содержания, так как их формирование и развитие в равной мере происходит при изучении совокупности всех дисциплин образовательной области: физики, химии, биологии, а также физической географии, обществознания, технологии. Главными из них являются понятие *среды – обитания, окружающей, природной* – общее для всех предметов, понятие *природного объекта и фактора влияния на среду* (природного или социального). Среда обитания – это часть биосферы, в которой находится человек и с которой он физически связан (воздух, вода, почва, ландшафт и т. д.). Понятие *природные ресурсы* означает получаемые из окружающей среды вещества и энергию, необходимые для существования человека.

В таблице 2.1.1 приведена система межпредметных экологических понятий, представления о которых складываются при изучении всех учебных предметов естественно-научного цикла.

Система межпредметных экологических понятий

| <i>Понятия, связанные с объектом защиты</i> | <i>Понятия, связанные с фактором влияния на среду</i> | <i>Понятия, связанные с природозащитными мероприятиями</i> |
|---|---|---|
| <p>Воздух: чистый воздух; загрязненный воздух. Круговорот кислорода и углерода в природе.</p> <p>Вода: природная вода; пресная вода; производственная вода; питьевая вода.</p> <p>Растения и животные: оптимальные условия жизни; экстремальные условия жизни.</p> <p>Круговорот азота, фосфора в природе.</p> <p>Природное сырье: руды и минералы; пустая порода; отходы; возобновляемое сырье; невозобновляемое сырье</p> | <p>Загрязнитель среды: предельно-допустимая концентрация (ПДК); загрязняющие вещества.</p> <p>Источник загрязнения: отходы производства; оборотная вода; промышленные и сельскохозяйственные стоки; выхлопные газы.</p> <p>Профзаболевания человека</p> | <p>Мониторинг (современная система слежения за состоянием природы по многим параметрам).</p> <p>Очистка воздуха. Очистка воды: природной; промышленной.</p> <p>Мелиорация почв: кислотность почв; известкование почв; гипсование почв.</p> <p>Химическая защита: растений и животных; сельскохозяйственной продукции.</p> <p>Комплексное использование природного химического сырья: утилизация отходов; очистка промышленных и сельскохозяйственных стоков</p> |

Этапы формирования межпредметных понятий

Межпредметные понятия формируются на протяжении всего периода изучения основ естественных наук в школе и проходят следующие этапы [5].

1. **Образование:** первоначальное определение понятия и выявление его структуры, содержания и объема.

Содержание понятия – это совокупность существенных признаков, взаимосвязь которых отражает качественную сторону понятия.

Объем понятия – это число обобщаемых объектов и явлений, отражающее количественную сторону понятия.

2. **Развитие:** изменение определения и структуры понятия в сторону углубления содержания (раскрытие новых признаков, внутренних закономерностей и изменение связей между элементами) и увеличение объема (включение новых объектов). Так, при переходе от одного теоретического уровня курса химии или биологии к другому происходит преемственное развитие понятий за счет установления внутрипредметных и межпредметных связей.

3. **Интеграция:** объединение отдельных понятий в общие системы для формирования у школьников научных представлений о природе; включение систем понятий, сформированных в курсах физики, химии или биологии, в систему естественно-научных знаний и формирование единой научной картины мира.

Развитие понятий завершается их интеграцией. Интеграция строится на глубоком теоретическом обобщении на уровне ведущих теорий и идей с широким использованием внутрипредметных и межпредметных связей. Естественно-научные межпредметные фундаментальные понятия могут быть усвоены обучающимися во всей полноте только на основе межпредметных связей. Например, интеграция учебных предметов в процессе формирования понятия «вещество» представлена на рисунке 2.1.1:



Рис. 2.1.1. Интеграция учебных предметов

В содержании разных учебных предметов это понятие представлено под разными углами зрения. Например, «вещество» в физике рассматривается прежде всего с точки зрения его атомно-молекулярного строения, агрегатных состояний и взаимных превращений между ними. В химии «вещество» представлено с позиций его химического состава и строения, рассматриваются его превращения в результате химических реакций. В биологии же вещества чаще рассматриваются с точки зрения их места в строении и жизнедеятельности живых организмов (например, белки, жиры, углеводы). Тем не менее именно атомно-молекулярное строение вещества, подробно обсуждаемое на протяжении всего курса физики основной школы (разделы «Первоначальные сведения о строении вещества» в 7 классе, «Тепловые явления» в 8 классе, «Квантовые явления» в 9 классе), является фундаментальной теоретической моделью, необходимой для понимания как химических, так и биологических интерпретаций понятия «вещество». В конечном счете ни одно из наблюдаемых в природе явлений нельзя понять и объяснить, не затрагивая вопросы строения вещества.

Не менее фундаментальным для всех наук о природе является понятие «энергия». Это понятие рассматривается в разных предметах с разных сторон. В физике говорят о механической энергии, связанной с движением и взаимным положением тел, о внутренней (тепловой) энергии, которая, по сути, сводится к механической энергии частиц, и об электромагнитной энергии. В химии речь идет в основном об энергии, выделяемой или поглощаемой в химической реакции. В биологии чаще упоминается энергия, потребляемая живым организмом или выделяемая в ходе химических реакций в клетке (например, в реакциях фотосинтеза). В географии тоже не обходится без энергии, например в климатических процессах или процессах горообразования. Но в итоге все сводится к физической природе энергии: кинетической и потенциальной энергии тел, электромагнитной энергии, энергии излучения. То есть физический смысл энергии занимает в этом межпредметном понятии основополагающее место.

Таким образом, интеграция содержания, поиск общих закономерностей обеспечивают развитие межпредметных понятий, способствует переносу знаний и использованию их эвристических возможностей.

Сформированные и обобщенные понятия на заключительном этапе обучения должны войти в состав естественно-научной картины мира. Решение

этого вопроса требует комплексного подхода и согласованного взаимодействия учителей разных предметов. Формирование научной картины мира осуществляется в трех основных направлениях: обобщение на основе ведущих идей и теорий (внутрипредметное обобщение); интеграция естественно-научных знаний в единую систему (межпредметное объединение); переосмысление и сближение их на основе использования надпредметных методологических категорий.

Так, для научного определения межпредметного понятия «вещество» необходима интеграция химической и физической составляющих научной картины мира: привлечение представлений о видах материи, о массе покоя; установление видовых связей между понятиями «вещество» и «поле», а также и родо-видовых связей с более общим понятием «материя».

Итоговое определение этого понятия может быть представлено следующим определением: «Вещество – вид материи, имеющий массу покоя, состоящий из частиц (протонов, нейтронов, электронов, объединенных в атомы, молекулы, ионы и т. д.) и обладающий определенными свойствами» [5].

Практика показывает, что наиболее успешно такой синтез знаний в единую картину мира достигается на специальных межпредметных занятиях «Современная картина мира», проводимых учителями на заключительных уроках физики и химии [11].

Способы формирования межпредметных понятий

В научном познании и в обучении различают способы образования понятий: из чувственных данных путем индуктивного обобщения или путем дедуктивного вывода из теоретических знаний [8].

Для начального этапа изучения основ всех естественных наук наиболее часто встречается индуктивное образование понятий на основе обобщения опытных данных. Например, понятия о свойствах, о веществе, об энергии, о классах объектов и другие межпредметные *теоретические* понятия. Исходным пунктом образования понятий служат данные, полученные из ощущений, восприятий, наблюдений. При этом особое место принадлежит эксперименту, сравнению, обобщению опытных данных, описанию с использованием формул и уравнений. Межпредметные теоретические понятия продолжают

формироваться и развиваться на протяжении всего периода изучения естественных наук в школе.

Формирование теоретических понятий индуктивным путем осуществляется в определенном порядке [5]:

- выделение, группировка и сравнение типичных объектов в целях выявления их общих признаков;
- отбор и уточнение существенных признаков, отграничение их от несущественных;
- определение понятия;
- установление взаимосвязи с другими понятиями;
- определение места понятия в соответствующей классификации, подведение под него конкретных объектов;
- применение сформированного понятия.

Многие *методологические* понятия, например понятия о методах научного познания или понятия о строении атомов, образуются путем дедуктивного умозаключения. Такие понятия могут формироваться на любом этапе изучения учебного предмета в зависимости от подготовленности обучающихся. Эти понятия имеют другую последовательность формирования [5]:

- отбор исходных данных для вывода понятия;
- вывод и определение понятия, уточнение его признаков;
- установление его места в определенной теоретической системе знаний, его связей с другими понятиями;
- конкретизация понятия, распространение на частные ситуации;
- применение понятия к решению разных познавательных задач.

Последовательное формирование понятий происходит в процессе познавательной деятельности обучающихся. Учителю следует учитывать принципы развития понятий:

1. При формировании первичных понятий сначала объект рассматривается изолированно, без его связей, затем постепенно раскрывается его объем.

2. Понятие формируется на основе преемственности, на каждом новом теоретическом уровне развивается содержание понятия.

3. Определения понятия должны развиваться вместе с содержанием понятия.

Усвоение понятий обучающимися часто зависит от доступных пониманию определений. Определения способствуют выделению главного в содержании понятия. Они могут вводиться в начале образования понятия (понятия о методах научного познания), в процессе его развития (строение вещества) и в конце этого процесса (вещество, растворы).

В основной школе понятия вводятся при помощи таких методических приемов, как [8]:

- определение понятия и описание его признаков;
- использование контекстной учебной информации;
- применение понятия при выполнении познавательных заданий и решении практических задач.

Уровень овладения понятием как формой знания характеризует умение описывать это понятие. В целях эффективного освоения школьниками умения описывать понятие учитель может использовать структурно-логическую схему, в которой представлены последовательность и содержание действий ученика.

Структурно-логическая схема описания понятия [8]:

1. Определение понятия (формулировка).
2. Качественные и количественные характеристики понятия: его существенные признаки, единицы измерения.
3. Примеры объектов, обобщаемых данным понятием.
4. Взаимосвязи данного понятия с другими понятиями предмета.
5. Границы применимости понятия (предметное, межпредметное, метапредметное).

2.2. Приемы организации познавательной деятельности обучающихся при формировании систем межпредметных понятий

Усвоение понятий – это длительный процесс, который включает в себя первичное знакомство, восприятие содержания, осмысление, закрепление знаний и умений, овладение понятием в ходе самостоятельной познавательной деятельности, применение на практике. Цель усвоения понятий – овладение их содержанием и умение применять к решению разных познавательных и практических задач. Процесс формирования межпредметных общих понятий основан на активной познавательной деятельности обучающихся с предметными

понятиями, которая организуется учителем при помощи специальных заданий и упражнений.

При построении системы заданий, направленных на формирование межпредметных понятий, необходимо учитывать следующие принципы:

- при отборе или составлении заданий используются важнейшие понятия, которые усваиваются в курсах всех естественно-научных учебных предметов;
- задания должны помочь ученику усвоить признаки и связи понятий, важнейшие способы оперирования понятиями;
- система заданий должна иметь развивающий характер, учитывать преемственное развитие понятий и предусматривать усложнение заданий, мыслительных и практических операций [11].

Например, при изучении химии в 8 классе учитель для организации самостоятельной познавательной деятельности восьмиклассников может использовать систему заданий, которые способствуют овладению предметными понятиями, образующими содержание и объем межпредметного понятия «вещество», раскрывающими его связи с другими понятиями [4]:

Задание 1.

Вставьте термин «вещество» или «тело» в следующие предложения:

- а) при обычных условиях _____ имеет форму и объем;
- б) _____ может существовать в разных агрегатных состояниях;
- в) _____ обладает электропроводностью.

Задание 2.

Напишите названия:

- а) тел, которые могут состоять из следующих предложенных веществ;

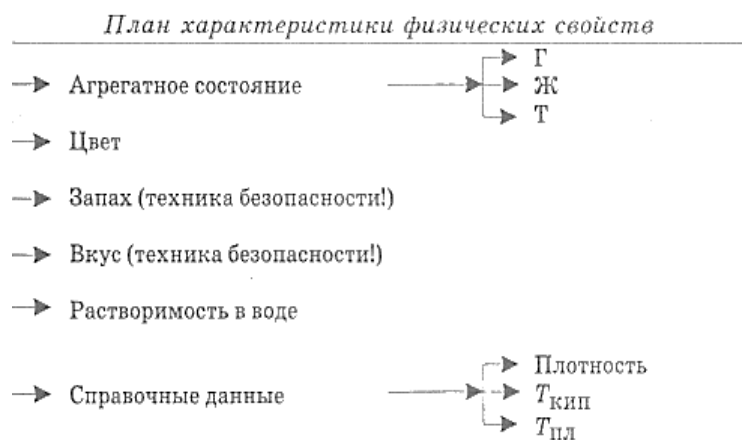
| <u>Вещества</u> | <u>Тела</u> |
|-----------------|-------------|
| Полиэтилен | _____ |
| Алюминий | _____ |

- б) веществ, из которых могут быть сделаны предложенные тела:

| <u>Тела</u> | <u>Вещества</u> |
|-------------|-----------------|
| Ведро | _____ |
| Цепочка | _____ |

Задание 3.

Охарактеризуйте физические свойства вещества по плану характеристики физических свойств (выберите вещество по заданию учителя):



Задание 4.

На рисунках изображены:

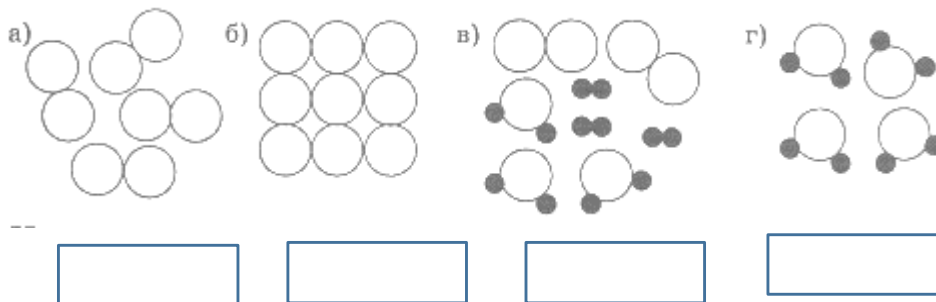
простое газообразное вещество;

простое твердое вещество;

смесь;

сложное вещество.

Вставьте, перетаскив мышкой, подпись к каждому рисунку:



На основе анализа рисунков выскажите суждения о составе газообразных и твердых простых веществ, смесей и сложных веществ. Сформулируйте соответствующие определения.

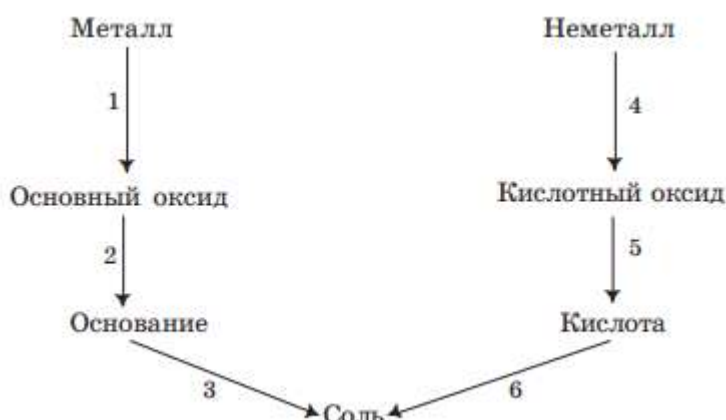
Задание 5.

Сравните газообразные, жидкие и твердые вещества по признакам сходства и различия. При необходимости используйте наглядные материалы, дополнительную литературу (справочники и др.), ресурсы Интернета, а результаты оформите в виде таблицы.

| Признаки сравнения | Сравниваемые объекты | | | Вывод |
|----------------------|----------------------|----------|------------------|-------|
| | газы | жидкости | твердые вещества | |
| Форма | | | | |
| Объем | | | | |
| Способность к сжатию | | | | |
| Плотность | | | | |

Задание 6.

Сформулируйте определение генетической связи веществ. Запишите уравнения реакций по схеме генетической связи неорганических веществ:



В качестве исходных веществ используйте: а) литий и фосфор; б) кальций и серу.

2.3. Формирование межпредметных понятий о методах научного познания

В новой федеральной образовательной программе основного общего образования предусмотрено приобщение обучающихся к самостоятельным экспериментам и исследованиям, которые формируют мотивацию и развитие способностей к изучению естественных наук, открывают перспективы для участия школьников в проектно-исследовательской деятельности. Эти компоненты программы направлены на формирование интереса к науке, к изучению природы, к исследованиям окружающих явлений; они создают условия для развития научного типа мышления и интеллектуальных способностей подростков. В этом контексте важной функцией школьного

образования становится обучение школьников научному познанию окружающей действительности и формирование естественно-научной грамотности.

Часто учителя сталкиваются с методическими проблемами формирования общенаучных методологических понятий в процессе изучения школьных дисциплин. Как было сказано выше, понятия о методах и формах научного познания формируются дедуктивным путем.

Как можно решать такие проблемы?

Обучающихся надо познакомить с основными терминами – понятиями, которые используются в науке для описания процесса научного познания. А затем учитель последовательно может начинать обучать школьников познавать и исследовать, придерживаясь определенного алгоритма (структурно-логической схемы); тем самым он формирует в сознании учеников ориентировочную основу действий. Так, на уроке необходимо обеспечивать ученикам возможность не только узнать о явлениях и фактах, но и увидеть изучаемые явления, предоставить возможность осознать учебную проблему и сделать предположение о ее решении, проверить гипотезу экспериментально, проанализировать информацию, сделать выводы и заключения. Чтобы участие школьников во всех этапах познавательной работы на уроке или во внеурочном исследовании было не формальным, а осознанным и эффективным, необходимо овладение обобщенными межпредметными методологическими понятиями.

Знакомство с понятиями, отражающими процесс познания, структуру и функции научного знания, можно начинать с первых уроков всех школьных курсов естественно-научных дисциплин.

Особая роль в процессе развития межпредметных понятий принадлежит курсу химии. Учебный предмет «Химия» вводится как обязательный в 8 классе, т. е. позже физической географии, биологии и физики. Соответственно, в его содержании используются и обобщаются многие виды знаний, ранее усвоенные обучающимися при изучении этих предметов. Поэтому в курсе химии имеется реальная возможность систематизировать и обобщить методологические понятия о научном методе познания, развить межпредметные понятия о формах познания. С этой целью в 8 классе в разделе «Первоначальные химические понятия» в содержание первой темы вводятся дидактические единицы: «Понятие о методах познания в естественных науках: теоретических и эмпирических. Представления о научном познании на эмпирическом уровне: наблюдение,

измерение, эксперимент, моделирование, вычисление; на теоретическом уровне: научные факты, проблема, гипотеза, закон, теория».

Методологические представления, сформированные в каждом из естественно-научных учебных предметов, дальше наполняются конкретным научным содержанием. Усвоенные межпредметные методологические понятия используются для описания фактов, формулирования гипотез, законов и теорий. Они развиваются при изучении разделов курсов физики, биологии и химии в 8 и 9 классах.

Благодаря усвоению основных понятий, характеризующих научный метод познания, обучающиеся получают представления о происхождении научных знаний и их отличии от другой информации, а также понимание того, что необходима определенная последовательность познавательных действий. Усиливается роль процедур организации мыслительной деятельности обучающихся, выраженных в таких межпредметных понятиях, как научный факт, проблема, гипотеза, модель, следствие, эксперимент.

Дадим краткую характеристику некоторым наиболее важным межпредметным понятиям, которые имеют методологическое значение в курсах химии, физики и биологии. Их усвоение относится к метапредметным результатам обучения. Приведенные ниже материалы могут быть использованы учителем для проведения соответствующих уроков в курсах естественно-научных дисциплин.

Явление – часть действительности, которая воспринимается органами чувств. Явления можно наблюдать непосредственно и опосредованно, с помощью приборов. Их можно смоделировать с помощью лабораторного или мысленного эксперимента.

Уже в самом начале изучения физики в 7 классе в первом же разделе программы «Физика и ее роль в познании окружающего мира» в центре внимания оказывается межпредметное понятие «явление». Это ключевое понятие для курса физики не ограничивается только кругом именно физических явлений, но имеет более широкий смысл как «явление природы». Тем самым устанавливается общность явлений, рассматриваемых другими научными дисциплинами и учебными предметами: химией, биологией, географией. И уже в рамках этой общности можно предложить выявлять различия между, например, физическими и химическими явлениями. При этом химический аспект

приходится затрагивать в 7 классе, опережая собственно изучение учебного предмета «Химия» и относя к этой категории явлений те, где происходит изменение состава вещества. Безусловно, для раскрытия общности и межпредметного характера понятия «явление» полезно также провести сравнение физических явлений с явлениями биологическими (в живой природе). Например, провести сопоставление с превращениями, происходящими в процессе жизненного цикла растения или насекомого.

Таким образом, в основной школе изучаются физические, химические и биологические явления, которые обучающиеся должны уметь описать и охарактеризовать их сущность.

Структурно-логическая схема изучения и описания явлений [17]:

- 1) Внешние признаки явления (признаки, по которым обнаруживается явление).
- 2) Условия, при которых протекает (происходит) явление.
- 3) Сущность явления, механизм его протекания (объяснение явления на основе современных научных теорий).
- 4) Определение явления.
- 5) Связь данного явления (или факторов, от которых зависит протекание явления) с другими.
- 6) Количественные характеристики явления (величины, характеризующие явление, связь между величинами, формулы, выражающие эту связь).
- 7) Использование явления на практике. Способы предупреждения вредного действия явления на человека и окружающую среду.

Точно установленные явления становятся фактами.

Научные факты представляют собой описанные на языке науки достоверные свойства предметов, процессы или явления. Научные факты можно подтвердить экспериментально, повторить и объяснить на основе существующих законов и теорий. Например, А. Лавуазье в XVIII веке установил, что в реакции горения участвует $\frac{1}{5}$ часть воздуха – газ кислород. В своих экспериментах он перепроверил и подтвердил результаты опытов других ученых того времени и дал научное объяснение наблюдаемым явлениям. Этот научный факт был положен в основу созданной им кислородной теории горения и окисления веществ.

В науке факты образуют эмпирическую основу для выдвижения *гипотезы*.

Освоение понятия «гипотеза», несмотря на, казалось бы, его простой смысл, вызывает немалые затруднения у обучающихся, а порой и у учителей. Хотя гипотезы, безусловно, являются неотъемлемым элементом любой науки (особенно естественных наук), среди учебных предметов физика дает наибольшие возможности для последовательного освоения этого понятия [22]. Практически любой физический закон, изучаемый в школе, можно рассматривать вначале в качестве гипотезы, которая на уроке или в ходе лабораторной работы проверяется с помощью демонстрационного эксперимента или лабораторного исследования. С этой точки зрения физика «работает» на весь естественно-научный блок предметов, давая наглядные примеры действий, связанных с выдвижением, оценкой, проверкой гипотез, а затем превращением некоторых из них в утвердившееся научное знание. В химии также достаточно часто можно «в реальном времени» осуществлять этот цикл, предсказывая, например, на основе неких теоретических представлений ход и результат каких-то химических реакций или некоторые свойства веществ, а затем проверяя эти предсказания с помощью опытов. А вот в биологии и тем более в науках о Земле путь от выдвижения гипотезы к ее подтверждению, как правило, более долгий и трудоемкий, поэтому он может быть показан лишь в описательной форме. В качестве примеров можно упомянуть гипотезу о движении литосферных плит Вегенера или гипотезу Дарвина о естественном отборе как основном факторе эволюции биологических видов.

Гипотеза – вероятное, предположительное знание, правильность или ложность которого еще не доказана. Это предположение, требующее подтверждения. При формулировании гипотезы выдвигается предположение о существовании некоторого явления или о предварительном, условном его объяснении. Но именно предполагаемый, т. е. не окончательный, характер гипотетических утверждений не всегда ясно осознается учениками. Работа с этим понятием должна вестись на всем протяжении изучения естественно-научных предметов. И по-видимому, результата можно добиться, только если использование понятия «гипотеза» обязательно влечет за собой вопрос о способе ее проверки. Иначе гипотеза будет восприниматься либо как твердое, достоверное знание, либо, наоборот, как произвольная фантазия.

Любая гипотеза имеет исходные данные, или основания, и конечный результат – предположение. Различают гипотезы описательные и объяснительные.

Описательная гипотеза – это предположение о свойствах исследуемого объекта. Она обычно отвечает на вопрос «Что представляет собою данный объект?» или «Какими свойствами обладает данный объект?» Описательные гипотезы могут выдвигаться с целью установления состава или структуры вещества, определения его свойств. При изучении курса химии обучающиеся постоянно делают предположения о свойствах веществ на основании данных о положении образующих их элементов в Периодической системе химических элементов, на основании строения их молекул и т. п. Особое место занимают гипотезы о возможности существования каких-либо объектов. Примерами могут служить предположения о незавершенности Периодической системы химических элементов или о возможности синтеза ранее неизвестного вещества.

Объяснительная гипотеза – это предположение о причинах возникновения объекта исследований. Такие гипотезы обычно объясняют, почему произошло данное явление или каковы его причины. Примерами могут служить гипотезы об изменении направления протекания химической реакции в новых условиях эксперимента, о причине появления полупроводниковых свойств у некоторых веществ и т. д. В курсе физики восьмиклассникам предлагается предложить гипотезы, объясняющие простые явления, например:

- почему останавливается движущееся по горизонтальной поверхности тело;
- почему в жаркую погоду в светлой одежде прохладней, чем в темной [32].

На уроках физики обучающиеся проводят экспериментальную проверку подобных гипотез.

В ходе обучения, как и в процессе развития научных знаний, происходит последовательное усложнение гипотез – от предположений о существовании и свойствах к предположениям о причинах. Это отражает развитие процесса познания: от простого к сложному, от внешнего к внутреннему, от явления к сущности.

В исследованиях используется рабочая гипотеза – это выдвигаемое на первых этапах работы предположение, которое позволяет систематизировать фактические данные, дать им первоначальное объяснение и наметить пути дальнейших поисков. Например, обучающиеся – авторы учебно-исследовательской работы по теме «Насколько безопасна водопроводная вода» сформулировали рабочую гипотезу своего исследования так: «если определить качество воды в микрорайоне школы и предложить методы дополнительной очистки водопроводной воды, то люди, получив эту информацию, будут заботиться о своем здоровье и использовать очищенную воду, что приведет к уменьшению заболеваемости» [6].

Для подтверждения правильности предположения или его опровержения проводятся дальнейшие наблюдения, эксперименты, поиски новой информации. При установлении несовместимости рабочей гипотезы с новыми фактами она может быть заменена другой гипотезой.

Обоснованная и подтвержденная опытом гипотеза превращается в достоверное знание, а в случае научного исследования – в новую закономерность или закон. Например, выдвинутая Д. И. Менделеевым гипотеза о том, что свойства химических элементов зависят от их атомных весов, была подтверждена многочисленными фактами, на основании которых он и сформулировал периодический закон, позволивший объединить химические элементы в единую систему и давший стимул развитию химии. Опровержение гипотезы возможно в результате экспериментальной или теоретической проверки. В этом случае она становится источником для новых исследований.

Закон – следующая форма существования научного знания, в которую переходит гипотеза в результате обоснования и подтверждения. Законы и закономерности отражают объективную и устойчивую зависимость между явлениями и предметами окружающего мира. Каждый закон освещает одну связь из множества связей и явлений природы, поэтому законы природы приблизительно верно раскрывают картину всеобщей взаимосвязи явлений и правильны лишь при определенных условиях. В курсах естественно-научных дисциплин выделяют общенаучные и специальные законы, имеющие границы применимости (границы объяснения некоторой группы явлений и научных фактов).

Структурно-логическая схема описания закона [17]:

- 1) Связь между какими явлениями или величинами выражает данный закон?
- 2) Формулировка закона.
- 3) Когда и кто впервые сформулировал данный закон?
- 4) Математическое выражение закона.
- 5) Опыты, подтверждающие справедливость закона.
- 6) Учет и использование закона на практике.
- 7) Границы применения закона.

На эмпирическом уровне могут быть установлены законы, в которых зафиксированы связи между отдельными свойствами объектов. Примерами могут служить газовые законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака и другие, которые выражают функциональные связи между параметрами газа: объемом, давлением, температурой и т. д. Но такие законы не объясняют причины этих связей. Так, закон Бойля – Мариотта утверждает, что при постоянных температуре и массе газа произведение давления газа на его объем является постоянной величиной, но не объясняет, почему это происходит. Установление причин достигается посредством теоретических законов, которые раскрывают глубокие внутренние связи процессов, механизм их протекания (например, молекулярно-кинетическая теория и атомно-молекулярное учение).

Теоретические законы составляют ядро *научной теории*. Объяснение объектов изучения науки, которое сводит все касающиеся их законы и понятия в доступное для данной ступени познания единство, называют теорией.

Объяснение какого-либо аспекта окружающего мира, которое дает научная теория, должно быть многократно проверено и подтверждено в соответствии с научным методом, с использованием принятых протоколов наблюдения, измерения и оценки результатов. В структуру теории входят другие формы научного знания, имеющие определенные функции: понятия, явления, законы, научные факты.

Структурно-логическая схема описания научной теории [17]:

- 1) Накопление фактов (наблюдение, описание, измерение, эксперимент).
- 2) Основные понятия. Гипотезы.
- 3) Проверка гипотез экспериментом.
- 4) Основные положения теории.

5) Круг объясняемых явлений.

6) Возможности предсказывать явления и свойства веществ.

Примеры этой формы знания – классическая механика, теория относительности, квантовая теория строения атома, электронная теория химической связи, теория химического строения органических соединений и др. Именно на основе теоретических знаний описывают и объясняют объекты и предметы изучения любой науки. Теория как высшая форма организации научного знания должна быть представлена обучающимися в единстве всех ее функций: описательно-систематизирующей, объяснительной, предсказательной.

Итак, понятие о каждой из форм научного знания выполняет свою определенную методологическую функцию и должно быть усвоено школьниками.

Какие методы может использовать учитель для формирования и развития межпредметных научных понятий?

При изучении законов и теорий важно обращаться к истории открытий, организовывать познавательную деятельность обучающихся таким образом, чтобы они анализировали научные факты и пытались предположить гипотезу ученого, «переоткрывали» установленный ученым закон или проверяли его в эксперименте.

Необходимо на примерах показывать школьникам, что научное знание развивается циклически. Этапы научного познания образуют повторяющийся цикл:

Этап 1: результаты наблюдения явлений выявляют факты, порождают проблему, побуждающую найти причину явления и объяснить его.

Этап 2: предлагается гипотеза, которая дает возможное решение проблемы.

Этап 3: гипотеза проверяется экспериментально; она либо подтверждается результатом эксперимента и используется для получения результата, либо не подтверждается опытом и становится источником проблемы в начале нового цикла.

В логических выводах из гипотезы содержатся объяснения изучаемого явления, а также предвидение новых явлений. Завершающий этап цикла раскрывает главную особенность научного знания – его прогнозирующую, предсказательную функцию и экспериментальную проверяемость.

Особенности формирования других методологических межпредметных понятий (наблюдение, эксперимент, моделирование и др.) рассмотрены авторами в методическом пособии [5].

Можно сделать *выводы*, которые позволят определить подходы к формированию и диагностированию межпредметных методологических понятий при изучении основ естественных наук в школе:

- 1) межпредметные теоретические и методологические понятия могут быть усвоены обучающимися в деятельности с предметным содержанием;
- 2) инструментами формирования и оценивания уровня усвоения понятий выступают учебные задания;
- 3) в процессе изучения основных законов и теорий естественных наук происходит углубление содержания и увеличение объема межпредметных понятий, расширение границ их применимости и обобщение.

РАЗДЕЛ 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ

Каждый учебный предмет вносит свою предметную специфику в процесс формирования метапредметных результатов освоения ФОП ООО. Эти образовательные результаты, в частности универсальные учебные действия, представлены и конкретизированы в федеральных рабочих программах по каждому учебному предмету образовательной области. Это следующие универсальные учебные действия:

- *познавательные УУД* и овладение соответствующими им логическими и исследовательскими умениями;
- *коммуникативные УУД*, включающие умения выражать свои мысли в устной и письменной формах, сотрудничать со сверстниками и взрослыми;
- *регулятивные УУД*, играющие основополагающую роль в организации всех видов деятельности.

Важная функция естественно-научных предметов на уровне основного общего образования заключается в формировании естественно-научной грамотности выпускников, компонентами которой выступают знания об окружающем материальном мире, умения наблюдать, описывать, объяснять и прогнозировать протекающие в нем процессы и явления, применять полученные знания и умения в различных ситуациях. Соответственно, одним из важнейших образовательных результатов изучения физики, химии и биологии можно считать сформированность *познавательных УУД*, играющих ведущую роль в формировании компетенций ЕНГ.

Поэтому в федеральной образовательной программе основного общего образования особое внимание направлено на освоение обучающимися *познавательных* универсальных учебных действий: базовых логических действий, базовых исследовательских действий, а также приемов работы с информацией, развитие способности их использовать в учебной, познавательной и социальной практике.

Познавательные универсальные учебные действия образуются в интеллектуальной сфере человека на основе ранее усвоенных обобщенных познавательных умений. Это важная часть индивидуального опыта, который

обучающиеся приобретают в процессе обучения; они относятся к инструментальным ресурсам личности: их освоение рассматривается как вооружение обучающихся инструментом познания для решения новых проблем, возникающих в любых обстоятельствах жизни, что создает базу для успешности и конкурентной способности в жизни.

Надо принять во внимание, что освоение и развитие познавательных умений и соответствующих им УУД происходит на всех уровнях обучения в школе. Большую роль в этом процессе играет начальная школа, когда обучающиеся знакомятся с основными учебными умениями и приобретают навыки учебной работы. При изучении биологии, географии и физики в 5–7 классах продолжается формирование учебных умений. К началу 8 класса у школьников многие познавательные умения сформированы на учебном материале изученных учебных предметов. В курсе химии, который вводится позже других фундаментальных научных дисциплин, имеется возможность обобщить все, что узнали школьники о научном познании. В 8–9 классах на уроках физики, химии и биологии подростки продолжают осваивать универсальные учебные умения, овладение которыми в обобщенном виде будет свидетельствовать о сформированности универсальных учебных действий в мыслительной сфере.

В формирование и развитие *базовых логических действий и приемов работы с информацией* вносят свой вклад все учебные предметы. Освоение же *базовых исследовательских действий (методов научного познания веществ и явлений)* происходит в основном в учебных курсах физики, химии и биологии. Именно содержание естественно-научных учебных дисциплин является базой для формирования и развития экспериментальных исследовательских умений. Практическая реализация приемов научного метода и цикла научного познания осуществляется на уроках в рамках проблемного и исследовательского методов обучения, при проведении исследовательских практических работ, а также учебных проектно-исследовательских внеурочных работ.

При изучении химии, физики и биологии в основной школе развиваются *коммуникативные УУД*, включающие умения составлять устные и письменные тексты, проводить презентации, выступать с сообщениями, сотрудничать со сверстниками и взрослыми в процессе учебной урочной и внеурочной

деятельности. Происходит также совершенствование и развитие *регулятивных* УУД, играющих главную роль в освоении умений организовывать свою деятельность.

3.1. Формирование познавательных универсальных учебных действий средствами учебного предмета «Химия». Приемы организации познавательной деятельности обучающихся

Образовательные функции учебного предмета «Химия» на уровне основного общего образования состоят не только в усвоении системы химических знаний – важнейших фактов, понятий, законов и языка науки, но и в формировании обобщенного «умения учиться», которое включает развитие универсальных учебных действий и их применение в учебно-познавательной и проектно-исследовательской деятельности.

Химия как учебный предмет обладает значительным потенциалом для достижения метапредметных результатов. Знаниевая составляющая содержания предмета содержит много межпредметных понятий, а деятельностный компонент включает большой набор учебных умений.

Достижение метапредметных результатов при освоении учебного предметного содержания в методике изучения химии опирается на использование методов, приемов и операций научного познания. *Эмпирические* методы изучения свойств веществ и их превращений, а также *теоретические* методы вовлекают в процесс познания как органы чувств, так и абстрактное и логическое мышление, способствуя развитию интеллектуальных качеств личности. Овладение всей системой познавательных умений обеспечивает повышение эффективности учебной деятельности школьников в процессе освоения учебного содержания курса химии. Необходимо учитывать, что к началу обучения химии в 8 классе многие познавательные умения сформированы. В курсе химии происходит их обобщение, развитие и совершенствование при овладении сложным учебным материалом этого предмета.

В ФОП ООО приведены федеральные рабочие программы по учебному предмету «Химия» базового и углубленного уровней изучения, в которых выделены и конкретизированы познавательные универсальные учебные действия, определен их состав в виде умений.

«Овладение универсальными познавательными учебными действиями включает:

1) базовые логические действия:

умения использовать приемы логического мышления при освоении знаний: раскрывать смысл химических понятий (выделять их существенные признаки, устанавливать взаимосвязь с другими понятиями); анализировать, сравнивать, обобщать, выбирать основания для классификации и систематизации химических веществ и химических реакций; устанавливать причинно-следственные связи между объектами изучения; строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии); предлагать критерии и выявлять общие закономерности и противоречия в изучаемых процессах и явлениях; делать выводы и заключения; применять в процессе познания понятия (предметные и метапредметные), символические (знаковые) модели, используемые в химии, преобразовывать модельные представления – химический знак (символ элемента), химическую формулу и уравнение химической реакции – при решении учебных задач; с учетом этих модельных представлений характеризовать изучаемые химические вещества и химические реакции;

2) базовые исследовательские действия (методы научного познания веществ и явлений):

умения применять методы научного познания веществ и явлений на эмпирическом и теоретическом уровнях в учебной познавательной и проектно-исследовательской деятельности;

умения использовать поставленные вопросы в качестве инструмента познания и самостоятельно ставить вопросы; анализировать факты, выявлять и формулировать проблему, определять цель и задачи, соответствующие решению проблемы; предлагать описательную или объяснительную гипотезу и осуществлять ее проверку; проводить измерения необходимых параметров, вычисления, моделирование, наблюдения и эксперименты (реальные и мысленные), самостоятельно прогнозировать результаты, формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного опыта, исследования, составлять отчет о проделанной работе;

3) работа с информацией:

умения ориентироваться в различных источниках информации (научно-популярная литература химического содержания, справочные пособия,

ресурсы Интернета); анализировать информацию и критически оценивать ее достоверность и непротиворечивость, отбирать и интерпретировать информацию, значимую для решения учебной задачи; умения применять различные методы и формулировать запросы при поиске и отборе информации, необходимой для выполнения учебных задач; использовать информационно-коммуникативные технологии и различные поисковые системы; самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации (схемы, графики, диаграммы, таблицы, рисунки и другие формы); использовать научный язык в качестве средства работы с химической информацией; применять межпредметные (физические и математические) знаки и символы, формулы, аббревиатуры, номенклатуру, использовать и преобразовывать знаково-символические средства наглядности» [33].

Познавательные УУД формируются и развиваются у обучающихся в процессе освоения учебного содержания химии и организованной учителем практической деятельности на уроках и внеурочных занятиях. Большую роль в совершенствовании познавательных умений играет самостоятельная деятельность подростков при подготовке учебных исследовательских и творческих работ, при участии в экологических и социальных проектах.

В разделе «Тематическое планирование» ФРП по химии [33] для 8–9 классов приведены конкретные примеры деятельности обучающихся на уроках, в которых реализуются различные виды познавательных универсальных учебных действий при изучении всех учебных разделов и тем курса (таблица 3.1.1).

Таблица 3.1.1

| <i>№ п/п</i> | <i>Наименование разделов и тем учебного предмета</i> | <i>Основные виды деятельности обучающихся</i> |
|---|--|---|
| Раздел 2. Важнейшие представители неорганических веществ | | |
| 2.1 | Воздух. Понятие о газах. Кислород. Оксиды | Раскрывать смысл изучаемых понятий и применять эти понятия при описании свойств веществ и их превращений. Характеризовать (описывать) состав воздуха, физические и химические свойства кислорода, способы его получения, |

| | |
|--|--|
| | <p>применение и значение в природе и жизни человека.</p> <p>Сравнивать реакции горения и медленного окисления.</p> <p>Собирать прибор для получения кислорода.</p> <p>Распознавать опытным путем кислород.</p> <p>Использовать химическую символику для составления формул веществ, молекулярных уравнений химических реакций с участием кислорода.</p> <p>Объяснять сущность экологических проблем, связанных с загрязнением воздуха.</p> <p>Следовать правилам безопасной работы в лаборатории при использовании химической посуды и оборудования, а также правилам обращения с горючими веществами.</p> <p>Планировать и осуществлять на практике химические эксперименты, проводить наблюдения, делать выводы по результатам эксперимента при проведении лабораторных опытов и практической работы.</p> <p>Вычислять количество вещества, объем газа по формулам.</p> <p>Проводить расчеты по уравнениям химических реакций.</p> <p>Участвовать в совместной работе в паре или группе.</p> <p>Выстраивать развернутые письменные и устные ответы с опорой на информацию из учебника и других источников, в том числе Интернета</p> |
|--|--|

Наиболее освоены обучающимися, начинающими изучать предмет в 8 классе, приемы работы с информацией. Информационные умения обеспечивают поиск, переработку и использование информации для решения учебных и реальных жизненных задач, пополнения знаний, самообразования и самосовершенствования. При изучении содержания курса химии также происходит их совершенствование, овладение более сложными видами деятельности. На уроках химии дальнейшее развитие получают такие информационные умения, как использование научного языка, работа с текстом и другими видами информации научного содержания. Умение оперировать научным (химическим) языком и применять его в разных ситуациях является критерием качества не только усвоения химического содержания, но и развития мышления школьников.

Остановимся подробнее на познавательных УУД, которые часто сформированы у обучаемых к началу изучения курса химии в недостаточной степени. В их формирование и развитие учебный предмет «Химия» вносит свой большой вклад.

Формирование базовых логических действий

Важнейшим компонентом мыслительной деятельности являются *логические умения*. Во взаимосвязи с информационными умениями они являются основой функциональной грамотности человека.

Без овладения интеллектуальными логическими умениями невозможно осуществление учебно-познавательной деятельности. Логические умения являются важнейшим компонентом мыслительной деятельности. Логические умения – «суть человеческого мышления, важнейший операционально-действенный компонент в структуре деятельности. Логические интеллектуальные умения как свидетельство владения научным методом познания есть инструментарий исследовательской деятельности и развития теоретического мышления» [17, с. 58].

В 8 классе обучающиеся знакомятся с важными неорганическими веществами: кислородом, водородом, воздухом как смесью газов, водой, с основными классами неорганических веществ. Учебное содержание позволяет учителю не только организовать работу по усвоению знаний о свойствах этих веществ и об их характерных химических реакциях, но и формировать

и развивать комплекс логических умений: осуществлять анализ и синтез; проводить сравнения, классификации, обобщения, устанавливать причинно-следственные связи, применять символические (знаковые) модели и др.

Данные группы умений не выступают изолированно в реальном решении мыслительных задач, возникающих в процессе учения. Логические умения тесно взаимосвязаны. Относительно элементарными мыслительными операциями являются операции анализа и синтеза. Они включаются в более сложные мыслительные действия, как, например, выделение существенных признаков объектов. В свою очередь выделение существенных признаков объектов изучения позволяет осуществлять сравнение этих объектов, а на основе результатов сравнения возможно построение классификаций.

Большинство логических умений формируется и совершенствуется на протяжении жизни человека. Когда школьники приступают к изучению химии в 8 классе, они применяют логические умения для понимания и усвоения химических понятий, законов и теорий. Изучение химии играет огромную роль в дальнейшем совершенствовании логических умений обучающихся. Уровень сформированности интеллектуальных логических умений у подростка во многом определяет и уровень усвоения им содержания курса химии.

Какие методы может использовать учитель для развития интеллектуальных логических умений обучающихся?

Раскроем более детально некоторые аспекты работы учителя по формированию и развитию логических умений в связи с содержанием и спецификой изучения отдельных тем курса 8 класса.

Во-первых, в курсе химии есть возможность обобщить освоенные ранее логические умения, перенести их в новые для учеников ситуации. Успешность овладения деятельностью в целом предполагает освоение обобщенных умений. Умения становятся обобщенными, если они формируются на понимании *структуры* деятельности, если обучающиеся могут выделять последовательность действий и осознанно переводить полученный навык в новую ситуацию. Важной характеристикой обобщенного умения является свойство широкого переноса, оно может быть использовано при изучении различных учебных предметов.

Со структурой деятельности можно знакомить обучающихся при помощи алгоритмов, в которых представлен *операциональный состав умений*

в соответствии с последовательностью выполнения операций. Это необходимо для формирования системности знаний обучающихся. Высокая методическая эффективность такого подхода доказана в исследованиях ученых-методистов и в практике многих учителей [8, 17].

Рассмотрим для примера, как происходит развитие связанных логических умений *объяснять, устанавливать причинно-следственные связи и прогнозировать* в курсе химии.

Ключевым познавательным умением является умение *объяснять*, которое включает *установление причинно-следственных связей*. Для изучения всех естественно-научных предметов, в том числе химии, освоение этого умения имеет важное значение. Причинные связи не выявляются в ходе опыта. Их можно установить только посредством рассуждения, объяснения.

Установить, вскрыть причину события, процесса или явления – значит ответить на вопросы «Почему?», «Как?», «С помощью чего?», «С какой целью?», «Из чего состоит?», «Как происходит?» и т. д. Установление причины позволяет объяснять протекающие процессы, прогнозировать их, управлять ими, используя нужные процессы в своих целях и устраняя нежелательные.

Примеры некоторых причинно-следственных связей, которые рассматриваются в курсе химии 8 класса:

- зависимость свойств вещества от состава и строения;
- зависимость применения вещества от его свойств;
- взаимосвязь способов получения и собирания газа и его физических и химических свойств.

Установление причинно-следственных связей заключается в логическом объяснении факта или явления на основе более общего утверждения, в качестве которого чаще всего выступают научный закон или теория.

При изучении химии в 8–9 классах происходит развитие этого умения. Показателем развития умения устанавливать причинно-следственные связи, а в более широком понимании – умений объяснять химические факты и явления, может служить использование аргументов на основе всё более сложных теорий и более глубоких законов, использование объясняющих оснований не только из предметной области, но и на межпредметной и метапредметной основе, применение нескольких объясняющих оснований.

С умением объяснения тесно связано умение *прогнозировать*. Его применение также основано на поиске закона или закономерности,

на фиксации причины, на основе которой прогнозируется следствие и формулируется вывод. Главное различие состоит во временной направленности: объясняемое явление лежит в прошлом, а предсказываемое – в будущем.

Развитие этих учебных умений у школьников при обучении химии организуется учителем при использовании заданий, решение которых требует использовать в качестве объясняющих оснований (причин) теории, всё более глубоко отражающие сущность происходящего. Так, в начале 8 класса школьники могут объяснить обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия при добавлении к нему прозрачного и бесцветного раствора нитрита натрия протеканием химического взаимодействия между веществами и образованием новых веществ с новыми свойствами. После изучения теории электролитической диссоциации и окислительно-восстановительных реакций в 9 классе объяснение должно быть более глубоким, указывающим на превращение окрашенного иона MnO_4^- в бесцветный ион Mn^{2+} . Таким образом, по мере освоения содержания учебного предмета объяснения должны опираться на всё более глубокие основания и сопровождаться аргументированными логическими выводами из них [8].

Для развития умений объяснять и прогнозировать могут быть использованы следующие типы заданий:

- Объясните, почему...
- Установите причину...
- Что произойдёт, если ...?
- Каковы последствия ...?

В методике обучения химии традиционно вычленяют важную зависимость между составом и структурой веществ, их свойствами и применением (так называемый классический треугольник химии). Во всех новых нормативных документах среди требований к предметным результатам выпускников указаны умения *прогнозировать* свойства веществ в зависимости от их качественного состава; возможности протекания химических превращений в различных условиях.

Следовательно, как для обучения, так и для контроля результатов должны быть использованы задания, требующие раскрытия этих классических причинно-следственных зависимостей.

Существуют различные типы заданий на объяснение [8]:

1) *Задания, основанные на расчетах:*

- Почему при разложении воды электрическим током кислорода по объему образуется в два раза меньше, чем водорода?

2) *Задания, связанные с предсказанием возможного развития события:*

- Что вы будете наблюдать, если капнете раствором соляной кислоты на створку раковины моллюска?

3) *Обратно-теоретические задания:*

- Дано твердое бесцветное легкоплавкое вещество с запахом, плохо растворимое в воде, но хорошо растворимое в органических растворителях. Предположите, какое строение (молекулярное или немолекулярное) имеет это вещество.

4) *Задания, включающие мысленный эксперимент:*

- Что произойдет, если поднести горящую спичку для зажигания спиртовки к фитилю, не обратив внимания на то, что диск с фитилем сместился в сторону?

5) *Задания, основанные на связях межпредметного характера, включающие цепочку причинно-следственных отношений:*

- Предскажите последствия действия кислотных осадков на металлические конструкции (горные породы и минералы, почву, растения и животных, речные и озерные воды и др.).

Рассмотрим образцы заданий, которые могут быть использованы для диагностики сформированности умения объяснять у обучающихся 8 классов. Оценить их выполнение помогут критерии, приведенные в примере [8].

Задание 1.

В каком направлении устремится воздушный шар, заполненный метаном CH_4 ? Почему метан нельзя использовать для заполнения воздушных шаров, несмотря на его доступность и относительную дешевизну? Ответ подтвердите уравнением реакции.

Задание 2.

Почему при добавлении пероксида водорода H_2O_2 в пробирку с кусочком сырого мяса наблюдается бурное выделение пузырьков газа, а в пробирке с кусочком вареного мяса таких изменений нет? Дайте обоснованный ответ, составьте уравнение протекающей реакции.

Оценивание заданий 1 и 2, предназначенных для выявления умения объяснять, представлены в таблице 3.1.2.

Таблица 3.1.2

| Элементы ответов (критерии оценивания) |
|--|
| <p>Задание 1</p> <ul style="list-style-type: none">• Вычислена молекулярная масса метана $M_r(\text{CH}_4) = 16$.• Произведено сравнение полученного значения со средней молекулярной массой воздуха: $16 < 29$ (либо рассчитана относительная плотность метана по воздуху: $D = 16 / 29 = 0,55$). Указано, что метан легче воздуха.• Сделан вывод о том, что шар будет подниматься вверх.• Названы свойства метана – горючесть и взрывоопасность. Поэтому недопустимо его применение для заполнения шаров.• Написано уравнение реакции горения метана: $2\text{CH}_4 + 4\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + Q$ <p>Задание 2</p> <ul style="list-style-type: none">• Названа причина бурно протекающей реакции в пробирке с сырым мясом: присутствие в нем биологического катализатора – фермента, разлагающего пероксид водорода.• Указано, что при варке мяса ферменты разрушаются, поскольку это вещества белковой природы, которые разрушаются при высокой температуре.• Написано уравнение реакции разложения пероксида водорода в присутствии фермента <i>каталазы</i>: $2\text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ |

Формирование базовых исследовательских действий

Познавательные исследовательские умения (умения использовать научные методы познания) обеспечивают возможность освоения обучающимися учебной экспериментальной, исследовательской, проектной и практической деятельности при изучении химии, получение опыта такой деятельности. Предусмотренные ФОП ООО в курсе химии демонстрационные и лабораторные опыты, практические работы способствуют развитию исследовательских умений

(приемов *эмпирического* научного познания): проводить наблюдения, измерения, простые эксперименты, описывать их результаты и делать выводы.

Вычленение состава познавательных умений, отражающих приемы научного метода познания, облегчит учителю выполнение задач по обеспечению условий для достижения планируемых метапредметных результатов обучения химии. В курсе химии основной школы обучающиеся осваивают умения эмпирического уровня научного познания, такие как:

- умение наблюдать;
- умение измерять;
- умение моделировать;
- умение экспериментировать (проведение эксперимента реального или мысленного).

Освоенные умения как свидетельство сформированности исследовательских УУД и овладения научными эмпирическими методами познания представляют инструментарий исследовательской и проектной деятельности школьников.

С первых уроков химии идет формирование новых и развитие уже знакомых ученикам исследовательских познавательных умений. Первоначально учитель знакомит школьников с оборудованием химической лаборатории с правилами обращения с веществами и выполнения опытов. Демонстрации, проводимые учителем, позволяют показать ученикам образцы использования лабораторного оборудования и работы с веществами. Обучающиеся совершенствуют свое умение *наблюдать*, которое они применяли при изучении биологии и физики. Далее при выполнении ученических демонстрационных и лабораторных опытов под руководством учителя обучающиеся овладевают техникой выполнения отдельных операций, учатся проводить не только наблюдения, но и измерения, простые эксперименты. Кроме того, формирование исследовательских умений происходит при планировании опыта, описании наблюдений, моделировании химического оборудования при помощи схем и рисунков, оформлении отчета в табличной форме и т. д. Дальнейшее развитие исследовательских умений происходит в условиях самостоятельного выполнения обучающимися практических работ.

Успешное освоение обобщенных исследовательских умений невозможно без представлений о составе и содержании этих умений, т. е. без сформированных понятий о методах и приемах исследования.

Для работы учителя важен ответ на вопросы: «Как организовать учебный процесс, чтобы обучающиеся получили возможность овладевать исследовательскими умениями?», «Как развивать исследовательские способности подростков?»

Обучить приемам экспериментальной и исследовательской работы можно не только на специальных уроках, но и в ходе занятий, на которых изучаются свойства различных веществ и особенности разных типов химических реакций. При реализации исследовательского и проблемного подходов к обучению алгоритм работы обучающихся на таких уроках выглядит следующим образом: после обсуждения проблемной ситуации и выделения проблемы необходимо создать условия, в которых обучающиеся смогут сформулировать предположение, т. е. гипотезу о возможности решения проблемы тем или иным путем, затем составить план исследования. Опытная проверка гипотезы проводится при помощи эксперимента. В завершении урока выводятся следствия и формулируются выводы.

Полноценное проведение учебных исследований в курсе химии возможно только тогда, когда обучающиеся овладели умениями экспериментальной деятельности. С эмпирическими методами познания обучающиеся уже знакомы из курсов других естественно-научных предметов. В курсах математики и физики восьмиклассники уже познакомились с вычислением и измерением. Эти знания пригодятся им в работе на уроках химии для измерения массы, температуры, плотности вещества и т. д. Однако общие для всех наук методы в химии имеют свои особенности. Чтобы школьники смогли самостоятельно изучать вещества и их превращения на уроках химии, а также правильно и безопасно обращаться с веществами, окружающими их в повседневной жизни, обучающимся надо знать методы и правила работы, принятые в химии.

На первом этапе изучения химии учителю предстоит научить восьмиклассников новым способам получения знания, методам работы с химическими веществами и оборудованием. При изучении химии подросткам постоянно придется наблюдать и экспериментировать (ставить опыты) с веществами. Правила проведения наблюдения и эксперимента можно кратко

представить ученикам в виде алгоритмов. Ниже приведены примеры материалов, которые учитель может использовать для формирования исследовательских учебных умений обучающихся.

Одним из первых обучающиеся осваивают умение проводить *наблюдение*. Умение наблюдения формируется в начальной школе и развивается в 5–7 классах при изучении естественно-научных дисциплин. Необходимо познакомить обучающихся с операциональным составом (*алгоритмом*) умения уже на первых уроках химии. Для этого стоит напомнить ученикам о биологических, физических, географических наблюдениях, обобщить их представления и практический опыт. На этой основе формируется обобщенное умение наблюдать. Дальше умение переносится на химические объекты и развивается. Это умение является обязательной операцией в составе других исследовательских умений.

Научное наблюдение отличается от обыденного. Для простых объектов можно использовать краткий план наблюдений. Обучающимся надо знать цель наблюдения и уметь предположить, какой результат может быть получен в ходе наблюдения.

Цель учебного наблюдения: получить представление о чем-то, получить информацию о явлении или событии.

Алгоритм проведения наблюдения [8]:

- 1) Определить свой личный интерес. (Зачем мне?)
- 2) Сформулировать цель. (Чего я достигну?)
- 3) Если необходимо, сформулировать гипотезу. (Если я пронаблюдаю __, то это может означать, что __.)
- 4) Выбрать объект наблюдения (предмет, вещество, явление). (Что?)
- 5) Определить условия наблюдения (время, место, продолжительность). (Когда? Где?)
- 6) Провести наблюдение и зафиксировать результат (словесное описание, рисунок, схема).
- 7) Сформулировать выводы. (Как? Почему?)

На уроках химии обучающиеся будут не только наблюдать, но и сами проводить опыты с веществами. Слово «опыт» – синоним слова «эксперимент». Химики обычно под словом «опыт» понимают небольшой, несложный эксперимент, часто включающий одну операцию (например, смешать растворы веществ, нагреть пробирку с веществом и т. п.).

Возможность самостоятельно экспериментировать предоставляется обучающимся при изучении воздуха, кислорода, водорода, воды и других неорганических веществ. Ученический эксперимент имеет огромное значение в понимании сути изучаемых явлений, придавая им наглядность, яркость, возбуждая познавательный интерес и обеспечивая активное включение обучающихся в учебно-познавательный процесс.

Любой эксперимент предполагает применение определенных средств: веществ, приборов, инструментов, экспериментальных установок. Поэтому обучающиеся должны уметь работать с веществами, собирать или использовать приборы и установки в соответствии с правилами техники безопасности.

Для формирования обобщенного умения проведения эксперимента (опыта) необходимо познакомить школьников с его алгоритмом.

Алгоритм проведения опыта (эксперимента) [8]:

1. Определить цель, необходимость, личный интерес.
2. Подготовить условия для проведения опыта:
 - 2.1. Подготовить оборудование и материалы.
 - 2.2. Изобразить схему экспериментальной установки.
 - 2.3. Собрать установку с учетом условий выполнения опытов.
3. Осуществить эксперимент:
 - 3.1. Провести наблюдения и измерения в запланированной последовательности в соответствии с правилами техники безопасности.
 - 3.2. Записать результаты.
4. Проанализировать и объяснить результаты на основе закона или теории; оценить правильность результатов. Сделать выводы из эксперимента.
5. Представить результаты работы в виде отчета.

Показателем сформированности у учеников экспериментальных умений является применение их на практике и отражение в письменном отчете всех необходимых действий и операций.

В школьной практике до сих пор часто преобладают в основном репродуктивные экспериментальные задания: обучающиеся выполняют опыты по готовой специальной инструкции, в которой по шагам расписаны все операции, их последовательность, способы обработки и представления данных и т. д. В результате выпускники, выполнив несколько десятков опытов по всем естественным предметам, не в состоянии определить характерные черты

эксперимента как метода научного познания, выделить в нем основные действия, т. е. не владеют этим методом в самостоятельной деятельности. Подробные инструкции полезны только на начальном этапе обучения химии, затем следует предоставлять обучающимся больше самостоятельности в выполнении экспериментальных работ.

Для освоения обучающимися умения проводить эксперимент необходимо их познакомить с химической посудой и лабораторным оборудованием. Учитель объяснит школьникам, что устройство химического оборудования и посуды зависит от свойств изучаемых веществ и целей эксперимента. Многие предметы, которые используются в химических лабораториях, были изобретены еще алхимиками, другие же разработаны специально для современной науки. В научных центрах для каждого нового эксперимента изготавливают специальное оборудование.

При планировании и оформлении отчетов об экспериментах школьникам придется изображать химические установки, состоящие из различного оборудования и видов посуды. Чтобы делать это быстро и понятно, установку схематично изображают в виде модели-схемы. *Модель-схема* позволяет отразить устройство и принцип действия прибора.

На таких простейших примерах обучающиеся начинают знакомиться и осваивать умение *моделирования* на уроках химии.

Моделирование – это воспроизведение характеристик некоторого объекта на модели, специально созданной для его изучения. При этом могут быть воспроизведены строение и состав объекта, механизм рассматриваемого явления, выведена функциональная зависимость либо причинно-следственные связи, а сама модель представлена в виде рисунка, схемы, формулы и т. п.

Алгоритм проведения моделирования [8]:

1. Определить компоненты (составляющие части) объекта или процесса, их свойства, а также пространственные, временные, функциональные отношения.

2. Изобразить строение, структуру, свойства, функции объектов, протекание процессов в виде материальных, знаковых или математических моделей.

Особое значение при изучении химии имеет *знаковое моделирование* – использование в качестве моделей знаковых объектов: химического языка (символов, формул, уравнений), схем, графиков, рисунков и т. д.

Успешность усвоения химического содержания во многом определяется уровнем овладения этим умением. В курсе химии, например в начале изучения содержания учебного предмета, используют наглядные модели веществ и процессов, а затем переходят к знаковым, абстрактным с привлечением химических формул и уравнений реакций, схем строения атомов и др. Таким образом постепенно усложняется процесс моделирования веществ, явлений и процессов.

Усвоение учебного материала на первых этапах обучения химии будет более эффективным, если сочетать химический язык и наглядные модели. Например, при изучении строения и свойств веществ на атомно-молекулярном уровне символы химических элементов объединяют с изображениями плоскостных и объемных моделей молекул.

Например:

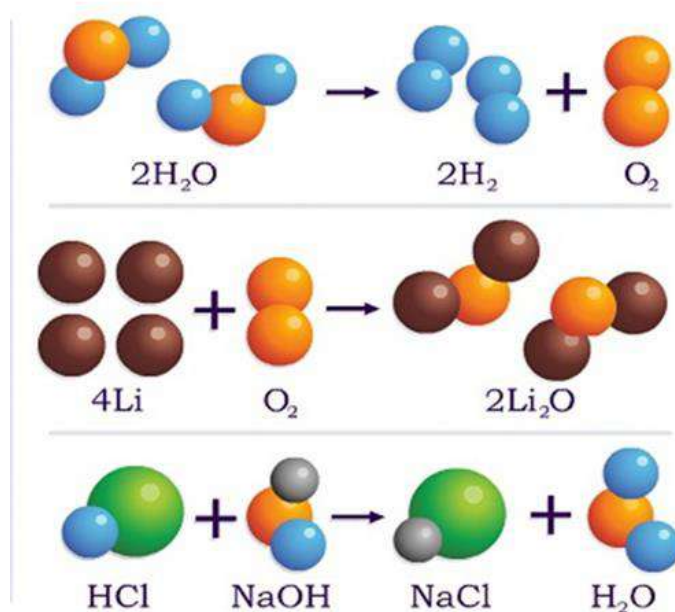


Рис. 3.1.1. Модели химических реакций

Использование моделей и моделирования в качестве средств познания позволяет учителю эффективно формировать химические представления.

Показателями развития умения работать с наглядными и знаково-символическими средствами могут служить [8]:

- расширение научного словарного запаса, более полная и разносторонняя интерпретация изобразительных средств наглядности;
- действия с изобразительными средствами разной степени абстрактности (фотография → схема);

– использование средств наглядности, всё более глубоко и полно отображающих объективную реальность (схема строения атома → геометрическая форма атомных орбиталей);

– оперирование разнообразными формами представления количественных данных (таблицы, графики, диаграммы).

В школьной практике изучения химии часто используется *мысленный эксперимент*. В отличие от реального эксперимента все действия ученик проводит «в уме». Овладение мысленным экспериментом способствует развитию интеллектуальных умений: рассуждать, сопоставлять, сравнивать, соотносить, классифицировать, структурировать объекты, прогнозировать, моделировать, систематизировать, конструировать, делать выводы, обобщать, оценивать, проводить самоанализ и рефлексию.

В основе мысленного эксперимента лежит аналогия, т. е. перенос знаний, экспериментальных умений и опыта их применения, полученных при изучении одного объекта, на другие объекты. И мысленному, и реальному эксперименту присущи общие черты, поэтому используются схожие алгоритмы.

Алгоритм мысленного эксперимента [8]:

1. Идентифицировать (определять) проблему и формулировать цель.
2. Выдвигать гипотезу и теоретически обосновывать избираемый вариант эксперимента.
3. Осуществлять информационный поиск.
4. Составлять план возможных действий.
5. Мысленно моделировать действия и записывать предполагаемые результаты.
6. Анализировать и оценивать результаты, вносить коррективы, формулировать выводы.

В процессе обучения химии учитель осуществляет постепенное приобщение школьников не только к экспериментальной, но и к более сложной исследовательской деятельности. Дальнейшее развитие исследовательских умений школьников происходит при решении экспериментальных исследовательских задач как на уроках, так и на внеурочных занятиях, а также в проектно-исследовательской работе, что является важным этапом формирования познавательных универсальных учебных действий в обучении химии.

Для решения экспериментальных задач необходимо применение практически всех освоенных УУД.

Федеральная образовательная программа основного общего образования включает следующие виды экспериментальных задач в курсе химии 8–9 классов:

- распознавание и получение веществ;
- доказательство состава вещества;
- осуществление цепочки превращений;
- наблюдение явлений и их объяснение;
- конструирование приборов и др.

Каждая экспериментальная задача является для обучающихся небольшим самостоятельным исследованием по определенной проблеме. Поэтому умение решать экспериментальные задачи – это наиболее обобщенное учебное исследовательское умение, включающее определение проблемы (что надо сделать?) и гипотезы (что получим?), составление плана решения с учетом техники безопасности, прогнозирование протекания химических реакций, составление логической схемы, эталонной таблицы или матрицы представления результатов. По результатам выполнения заданий такого типа учитель может судить о готовности ученика к проведению исследования на практике.

Ход решения экспериментальной задачи по химии можно представить в виде алгоритма.

Алгоритм решения экспериментальной задачи [8]:

1. Анализ условия задачи. Мотивация (направлена на осознание обучающимися значимости предлагаемой работы, своего интереса, а также на осознание ими собственного уровня подготовки к ее выполнению).

2. Постановка проблемы (вопрос, на который нужно ответить), формулирование гипотезы (возможный ответ на поставленный вопрос, который нужно проверить).

3. Теоретическое решение (актуализация знаний о свойствах, методах получения веществ, их генетических связях и т. п., запись уравнений необходимых реакций; поиск недостающей информации), его обоснование.

4. «Мысленное» проведение эксперимента. Выработка плана решения с учетом техники безопасности, прогнозирование получаемых результатов, составление логической схемы, эталонной таблицы или матрицы представления результатов.

5. Практическое выполнение опытов (отбор реактивов, исследование проб веществ реактивами, проведение наблюдений, фиксирование результатов в схеме, таблице или матрице). Самоконтроль.

6. Осмысление результатов, сравнение эталонной схемы, таблицы или матрицы с полученной опытным путем, самооценка, возможная самокоррекция результатов.

7. Формулирование выводов. Оформление отчета о работе.

Но разработанные в методике преподавания химии рекомендации не всегда используются в массовой педагогической практике. Экспериментальное решение задач исследовательского характера, к сожалению, редко проводится на уроках во многих школах, где преобладают репродуктивные опыты, а порой они заменяются компьютерной анимацией. Использование подобных методов не может способствовать формированию и развитию познавательных исследовательских умений.

Приемы организации познавательной деятельности обучающихся по освоению базовых исследовательских действий

В курсе химии, как уже было показано, происходит обобщение и развитие сформированных ранее исследовательских умений. Какие методы может использовать учитель для этого?

В 8–9 классах обучающиеся знакомятся с основными классами неорганических веществ и с важнейшими представителями неорганических веществ, а также с различными химическими реакциями. Предусмотренные ФОП ООО демонстрационные и лабораторные опыты, практические работы способствуют развитию умений использовать *общелабораторные умения и экспериментальные (исследовательские) умения*. Учитель может применять при подготовке к лабораторным опытам и практическим работам специально подобранные задания, которые помогают обучающимся подробно рассмотреть приемы проведения экспериментов, осознать сущность происходящих процессов.

При включении в содержание обучения заданий, содержащих «мысленный» или реальный эксперимент, происходит развитие исследовательских умений школьников. По результатам выполнения заданий такого типа учитель может судить о процессе достижения запланированных результатов обучения. Диагностика исследовательских умений позволяет

не только определить уровень развития отдельных умений, но и выявить способность обучающихся пользоваться их совокупностью.

Примеры заданий для формирования и диагностики исследовательских умений школьников

Задание 1.

Рассмотрите рисунок 1, изображающий установку для получения аммиака и его собирания методом вытеснения воздуха.

Запишите ответы на вопросы и задания:

- 1) Почему пробирка-приемник должна быть перевернута вверх дном?
- 2) Укажите причину, по которой пробирку с реагентами следует закреплять в лапке штатива под наклоном (как показано на рисунке 1).
- 3) Составьте уравнение протекающей реакции.

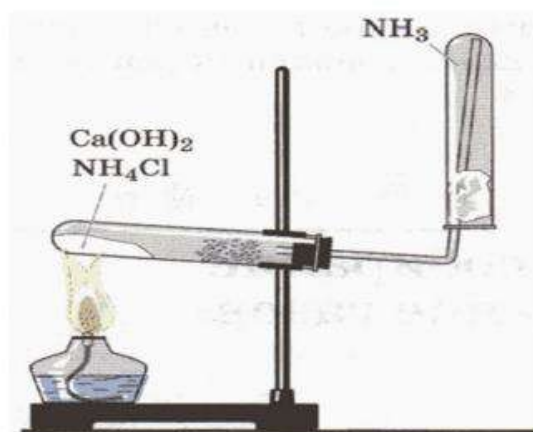


Рис. 1

Оценивание задания 1

| Элементы ответов | Баллы |
|---|-------|
| 1) Указана причина – легкость аммиака. Если изменить положение пробирки, то аммиак «улетит» в отверстие. | 2 |
| 2) Указана причина – образование конденсата. Если изменить наклон пробирки, образующиеся капли воды будут стекать на раскаленное дно. Пробирка может лопнуть. <i>Ответы могут быть даны в иных, схожих по смыслу, формулировках.</i> | 2 |
| 3) Написано уравнение реакции: $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ | 1 |

Задание 2.

На рисунке 2 изображен опыт термического разложения малахита (основного карбоната меди $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$). Рассмотрите рисунок.

Дайте обоснованные ответы на вопросы:

- 1) Почему отверстие должно быть расположено ниже, чем дно пробирки?
- 2) Что можно будет наблюдать, если в стакан налить раствор известковой воды?
- 3) Запишите уравнения протекающих химических реакций.

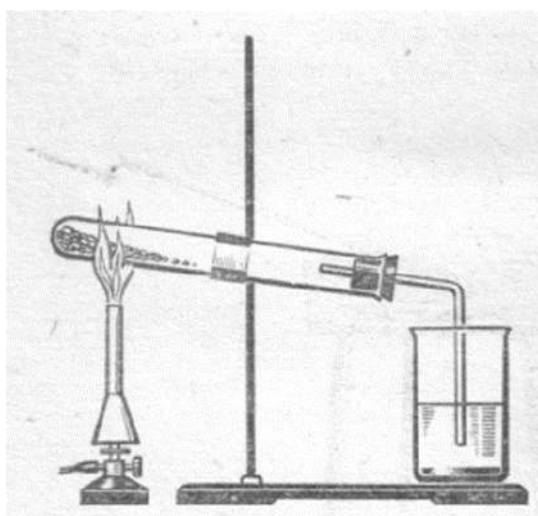


Рис. 2

Оценивание задания 2

| Элементы ответов | Баллы |
|--|-------|
| <p><i>Записаны ответы:</i></p> <p>1) Указана причина – образование в реакции конденсата воды. Если изменить наклон пробирки, образующиеся капли воды будут стекать на раскаленное дно. Пробирка может лопнуть.</p> | 1 |
| <p>2) В реакции разложения малахита образуется углекислый газ. При пропускании углекислого газа в раствор известковой воды образуется нерастворимое вещество – карбонат кальция. Происходит помутнение раствора.</p> <p><i>Ответы могут быть даны в иных, схожих по смыслу, формулировках.</i></p> | 2 |
| <p>3) Написаны уравнения реакций: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2 \text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$</p> | 2 |

Задание 3.

Рисунок 3 изображает установку для проведения опыта для исследования плотности водорода. В установку входит следующее оборудование:

1) технохимические весы; 2) аппарат Киппа с цинком и раствором серной кислоты; 3) склянка Тищенко с концентрированной серной кислотой.

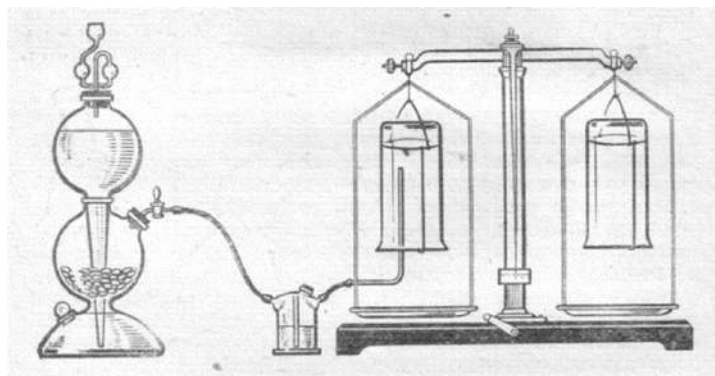


Рис. 3

Рассмотрите рисунок и выполните задания:

- 1) Вставьте номера каждого вида оборудования в соответствующие ячейки под рисунком.
- 2) Запишите назначение каждого вида оборудования.
- 3) Кратко опишите, что будет наблюдать исследователь после открытия крана аппарата Киппа.
- 4) Сделайте вывод по данному опыту.

Оценивание задания 3

| Элементы ответов | Баллы |
|---|-------|
| <i>Записаны ответы:</i> 1) Проставлены номера каждого вида оборудования в соответствующие ячейки: 2 – 3 – 1. | 1 |
| 2) Назначение оборудования: технохимические весы – взвешивание предметов; аппарат Киппа с цинком и раствором серной кислоты – получение и хранение газа; склянка Тищенко с концентрированной серной кислотой – освобождение газа от паров воды (осушение). | 1 |

| | |
|---|---|
| 3) После открытия крана аппарата Киппа выделяющийся водород заполнит стакан, укрепленный на весах. Равновесие нарушится, и чашка весов поднимется вверх. | 1 |
| 4) Водород – самый легкий газ. Он в 14,5 раза легче воздуха, поэтому его собирают методом вытеснения воздуха из перевернутых сосудов. <i>Ответы могут быть даны в иных, схожих по смыслу, формулировках.</i> | 2 |

Задание 4.

Обучающиеся по заданию учителя изготовили из пластилина модели (рисунок 4).

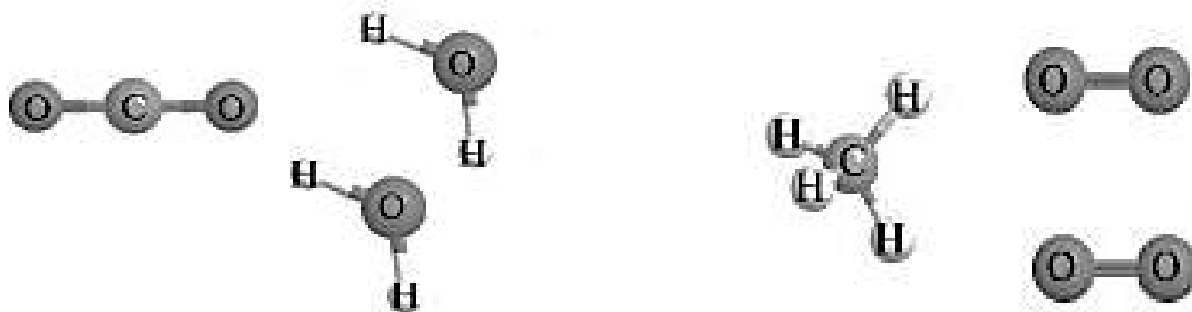


Рис. 4

Какие химические процессы можно продемонстрировать при помощи этих моделей?

Отметьте все верные ответы:

- Реакцию горения простого вещества
- Реакцию разложения сложного вещества
- Реакцию горения сложного вещества
- Реакцию соединения
- Реакцию сжигания жидкого топлива
- Реакцию сжигания природного газа

Верный ответ:

- Реакцию горения сложного вещества
- Реакцию сжигания природного газа

Задание 5.

Экспериментальная задача

В пронумерованных пробирках находятся твердые вещества: сода (Na_2CO_3), оксид кальция и гидроксид натрия. Распознайте каждое из веществ наиболее коротким и экономичным путем; оформите отчет, указав в нем последовательность действий, наблюдения, уравнения протекающих реакций и выводы.

Оборудование и реактивы: чистые пробирки в штативе, стеклянные палочки, воронка с фильтром, полоски универсальной индикаторной бумаги; дистиллированная вода, соляная кислота, раствор фенолфталеина.

Это экспериментальная задача на распознавание каждого из предложенных веществ. Ее особенность – предложение избыточного для осуществления экспериментального решения набора оборудования и реактивов.

Теоретическое решение и его обоснование приводят к записи в тетради ученика обобщающей таблицы:

| Реактив | Na_2CO_3 | CaO | NaOH |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------|
| H_2O | + | + | + |
| HCl | $\text{CO}_2 \uparrow$ | Без изменений | Без изменений |
| Na_2CO_3 | – | $+\text{CaCO}_3 \downarrow$ | Без изменений |

Предлагается *гипотеза*:

Экспериментально различить растворы предложенных веществ можно, сначала добавив ко всем пробам раствор соляной кислоты. В пробирке с раствором соды выделится углекислый газ. Затем к растворам веществ, в которых не наблюдалось изменений, добавляют раствор соды и определяют раствор гидроксида кальция по выпадающему осадку.

При проведении экспериментальной проверки предстоит сделать несколько проб, каждая проба отбирается в чистую пробирку. Сначала необходимо растворить небольшие порции выданных веществ в пробирках с водой, разделить растворы на две части и отметить их номерами.

а) Первая проба. Прилить во все пробирки раствор соляной кислоты. Карбонат натрия в той пробирке, где появились пузырьки газа.

б) Вторая проба. В две пробирки с еще неопределенными растворами прилить оставшуюся пробу раствора соды. Оксид кальция находится под номером той пробирки, где выпадет белый осадок.

в) В оставшейся пробирке находится NaOH.

Задачи на распознавание веществ и их состава имеют очень большое практическое значение: они дают обучающимся возможность познакомиться с методами качественного определения веществ, помогают научиться сравнивать свойства веществ и находить отличительные признаки, развивают лабораторные навыки и исследовательские умения.

Оценивание уровня сформированности умений преподаватель производит в ходе наблюдения за работой отдельных учеников, выбранных для этой цели на данном уроке. Организация наблюдения за первым этапом работы позволяет учителю начать сбор информации о сформированности как отдельных познавательных, так и коммуникативных умений обучающихся.

Наблюдение за вторым экспериментальным этапом работы необычайно важно для учителя-предметника. Для фиксации наблюдений за практической деятельностью целесообразно воспользоваться заранее заготовленной таблицей (таблица 3.1.3), в которую занесены отдельные умения или составляющие их действия, а также при необходимости характеристика некоторых качеств личности обучающихся [8].

Таблица 3.1.3

Наблюдения за решением экспериментальной задачи

| Ф. И. | Растворение веществ в воде | Отбор пробы вещества и проведение реакции | Аккуратность, соблюдение чистоты и порядка на рабочем месте | Умение работать в паре |
|-------|----------------------------|---|---|------------------------|
| | | | | |

Анализ письменных отчетов позволяет оценить уровень сформированности познавательных и регулятивных умений: определять необходимые средства для решения задачи, моделировать ход эксперимента, фиксировать наблюдения, анализировать полученные данные и формулировать выводы.

Выводы

Каким бы методам и приемам познания не отдавался приоритет в организации познавательной деятельности школьников на уроках химии, нельзя не учитывать, что только те знания и умения могут стать достоянием личности ученика, которые он сам «открывает» для себя.

Решающее значение в процессе усвоения содержания обучения в курсе химии имеют формирование логических приемов умственной деятельности обучающихся, обучение их умениям теоретического научного познания: выделять главное, анализировать, сравнивать, обобщать, объяснять, прогнозировать и др.

При изучении химии не меньшую роль играет освоение экспериментальных методов познания – исследовательских умений: наблюдать, измерять, моделировать, проводить опыты и решать экспериментальные задачи.

Таким образом, научный метод познания является основным методом формирования познавательных универсальных учебных действий в обучении химии, но он не может заменить и другие показавшие свою эффективность методы обучения. Разумное сочетание методов и приемов обучения, развития и воспитания подростков является признаком педагогического мастерства учителя.

3.2. Формирование познавательных универсальных учебных действий средствами учебного предмета «Биология». Приемы организации познавательной деятельности обучающихся

Учебный предмет «Биология» в естественно-научном образовании школьников занимает особое место, с одной стороны, он выступает «связующим звеном» между учебными предметами «Физика» и «Химия», а с другой стороны, обеспечивает взаимодействие с учебными предметами «История», «Обществознание», «ОБЖ», так как объектом изучения последних являются человек и общество, оказывающие существенное влияние на живую природу. Таким образом, биология в школе интегрирует знания разных естественных наук о живой природе, а также устанавливает междисциплинарные связи с гуманитарными и социальными науками, изучающими человека в сфере культурной и общественной деятельности.

Задачи учебной деятельности с биологическими знаниями варьируются в зависимости от этапа основного общего образования, сохраняя неизменной общую направленность на формирование у обучающихся положительного интереса к науке и научному методу познания, на развитие личности школьников, на освоение универсальных учебных действий. Можно сформулировать задачи биологического образования в основной школе, касающиеся формирования у школьников познавательных универсальных учебных действий:

- развитие представлений о научном методе познания; биологии как науке, методах биологических исследований, отраслях биологических знаний и задачах, стоящих перед ними;

- стимулирование и развитие познавательного интереса обучающихся, мыслительных и творческих способностей в процессе изучения биологических объектов – представителей основных систематических групп организмов, а также организма человека;

- развитие у обучающихся представлений о многообразии тел живой природы, принципах классификации организмов, особенностях растений, животных, грибов, бактерий, лишайников, организма человека; структуре природных сообществ и биосферы;

- овладение обучающимися умениями находить биологическую информацию в разных источниках, различать представителей систематических групп организмов, выявлять черты родства организмов разных систематических групп, аргументировать их сходство и различия; выявлять приспособленность к среде обитания, делать описания, проводить измерения, фиксировать наблюдения, формулировать выводы и составлять отчеты;

- формирование у обучающихся естественно-научного мировоззрения в ходе ознакомления с органической эволюцией, основными этапами развития растительного и животного мира на Земле, происхождением человека; интегрирование биологических знаний с химическими, физическими, географическими, историческими, обществоведческими знаниями.

Вышеперечисленные задачи служат ориентирами стимулирования познавательного интереса к биологическим знаниям, реализации исследовательского и проблемного подходов к обучению. Так, доля биологических наблюдений, самостоятельных работ исследовательского характера, проводимых на уроках и во внеурочное время, нарастает

от 5 к 9 классу, в них появляются вопросы и задания, требующие привлечения знаний не только по биологии, но и по другим учебным предметам.

Формирование и оценивание образовательных достижений обучающихся по биологии в познавательной учебной деятельности осуществляется в соответствии с принятыми нормативно-правовыми документами. Так, в ФОП ООО приведены федеральные рабочие программы по учебному предмету «Биология» [31] базового и углубленного уровней, в которых выделены и конкретизированы метапредметные результаты обучающихся.

Овладение познавательными универсальными учебными действиями включает:

1) *базовые логические действия:*

- выявлять и характеризовать существенные признаки биологических объектов (явлений);
- устанавливать существенный признак классификации биологических объектов (явлений, процессов), основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;
- с учетом предложенной биологической задачи выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах и наблюдениях, предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий;
- выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи;
- выявлять причинно-следственные связи при изучении биологических явлений и процессов, делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии, формулировать гипотезы о взаимосвязях;
- самостоятельно выбирать способ решения учебной биологической задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учетом самостоятельно выделенных критериев).

2) *базовые исследовательские действия:*

- использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;
- формулировать вопросы, фиксирующие разрыв между реальным и желательным состоянием ситуации, объекта, и самостоятельно устанавливать искомое и данное;
- формировать гипотезу об истинности собственных суждений, аргументировать свою позицию, мнение;

- проводить по самостоятельно составленному плану наблюдение, несложный биологический эксперимент, небольшое исследование по установлению особенностей биологического объекта (процесса) изучения, причинно-следственных связей и зависимостей биологических объектов между собой;
- оценивать на применимость и достоверность информацию, полученную в ходе наблюдения и эксперимента;
- самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного наблюдения, эксперимента, владеть инструментами оценки достоверности полученных выводов и обобщений;
- прогнозировать возможное дальнейшее развитие биологических процессов и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, а также выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах.

3) работа с информацией:

- применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе биологической информации или данных из источников с учетом предложенной учебной биологической задачи;
- выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать биологическую информацию различных видов и форм представления;
- находить сходные аргументы (подтверждающие или опровергающие одну и ту же идею, версию) в различных информационных источниках;
- самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями;
- оценивать надежность биологической информации по критериям, предложенным учителем или сформулированным самостоятельно;
- запоминать и систематизировать биологическую информацию.

Методика формирования у обучающихся познавательных универсальных учебных действий

Процесс формирования у обучающихся познавательных универсальных учебных действий в системе урочной и внеурочной работы по биологии проходит несколько усложняющихся этапов, что может быть рассмотрено как развитие идей академика РАО И. Д. Зверева о взаимной связи учебных предметов и интеграции содержания образования [9].

Учитывая специфику содержания учебного предмета «Биология», в котором ведущую роль играет работа с информацией, можно выделить в формировании информационных умений следующие этапы: ознакомительно-фактологический, операционно-доказательный, понятийно-теоретический, творческий. Рассмотрим с этих позиций методику формирования и развития универсальных умений работы с информацией изучения учебного материала по теме «Биологические науки».

1. Ознакомительно-фактологический этап.

На этом уровне происходит ознакомление школьников с биологическими фактами, на основе чего в их сознании формируются эмпирические понятия. Понятия дают возможность воспроизвести учебный материал на основе только памяти школьника, без его повторного предъявления. Значительную роль в формировании понятий играют воображение школьника, процессы символизации и схематизации, происходящие в его сознании.

В 5 классе обучающиеся, согласно принятой федеральной рабочей программе по учебному предмету «Биология», с первых уроков по разделу «Введение в биологию» знакомятся с совокупностью наук о живой природе. Показать их многообразие поможет приведенная ниже схема (рис. 3.2.1).



Рис. 3.2.1

В результате ее восприятия у школьников формируется начальное представление о большой разнообразности современных биологических знаний. На этом этапе формирования познавательных универсальных учебных действий важно научить обучающихся *выделять из информации главное*, т. е. в данном случае определять объекты изучения биологических наук: использовать умения выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать биологическую информацию различных видов и форм представления. Следует сообщить школьникам, что ботаника изучает растения, зоология – животных, а микология – грибы, что и отражено в словах, обозначающих их названия. Далее школьникам предлагается вспомнить ранее изученный материал учебного предмета «Окружающий мир» и актуализировать свои знания, ответив на следующие вопросы.

Вопросы для обучающихся:

1. Какие группы растений вам известны?
2. Какие группы животных вам известны?
3. Для чего человеку нужны научные знания о растениях и животных?

Обучая умению выделять главное, учитель помогает формированию у школьников различных логических приемов работы с информацией. При этом следует обязательно показывать, что нужно запомнить надолго, что можно передать своими словами, а что – только просмотреть для общего ознакомления. Например, для долговременного запоминания следует рекомендовать названия 5–8 биологических наук, не разделяя их на отдельные более мелкие области научного знания. Объекты изучения наук также важны для запоминания, а вот историческое время появления наук и имена ученых, с которыми связано их зарождение, можно изучать в ознакомительном порядке, по желанию обучающихся. Те школьники, которые в 10–11 классах будут в дальнейшем изучать учебный предмет «Биология» на углубленном уровне, смогут более детально познакомиться с историей биологических наук и авторами научных открытий, повлиявших на развитие биологического знания.

Процесс формирования у обучающихся умения выделять в информации главное имеет следующую последовательность. Вначале надо определить предмет (о чем идет речь), т. е. в рассматриваемом выше примере это названия биологических наук, изучающих представителей пяти царств организмов

(растения, животные, грибы, бактерии, вирусы). Затем надо найти ключевые термины, т. е. произвести работу над этимологией слов, обозначающих названия биологических наук. Например, название науки о животных – зоология – происходит от греческих слов «зоон» (животное) и «логос» (мысль, учение). Этот разбор необходимо выполнить перед всем классом на доске, указав в названиях корневые слова. Затем для закрепления учебного материала предложить школьникам ответить на вопросы и выполнить задание на развитие умения применять запросы при поиске и отборе биологической информации или данных из источников с учетом предложенной учебной биологической задачи.

Вопросы и задания для обучающихся:

1. Назовите науки, которые изучают растения, животных, грибы и микроорганизмы.

2. Используя Интернет, найдите корневые слова в названиях следующих биологических наук: цитология, анатомия, физиология, лишенология, орнитология, энтомология, протистология, биогеография, протеомика, селекция. Подчеркните одной чертой в названиях наук корни слов, взятых за основу. Какие биологические объекты изучают эти науки?

3. Почему Аристотеля считают основателем зоологии, а Теофраста – ботаники?

4. Какие биологические науки изучают человека?

5. Приведите примеры, демонстрирующие связь биологических наук и практической деятельности человека.

2. Операционно-доказательный этап

На этом этапе освоения познавательных универсальных учебных действий, включающих работу с информацией, происходит применение школьниками фактов и эмпирических понятий для их подтверждения на практике, преобразования ранее усвоенных биологических представлений в систему, сформированную посредством информационных умений.

Для этого сначала вместе со школьниками можно рассмотреть вопросы о научной терминологии, об источниках информации в биологических науках. По итогам работы обучающимся следует предложить ответить на вопросы

и выполнить задания на поиск недостающей информации, на применение умения выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи).

В качестве примеров приведем материалы, с которыми учитель может познакомить обучающихся.

Научная терминология

Как и любая наука, биология говорит на своем языке, состоящем из терминов, определений и символов. Использование научной терминологии – характерный признак научного знания. Чаще всего в биологии используются термины, заимствованные из греческого языка и латыни, что неслучайно. Еще на заре развития биологических наук научные трактаты писались на латыни. Даже когда в Европе латынь и греческий язык утратили свое значение, ученые продолжили использовать их в своей научной практике. Это позволило сохранить единый, понятный всем международный научный язык. Однако научный язык – это не только язык словесных терминов и их определений, но также и символов, которые изображают какой-нибудь образ. Например, самые распространенные в биологии символы обозначают женский и мужской пол (рис. 3.2.2).



Рис. 3.2.2. Символы женского и мужского пола

Вопросы и задания для обучающихся:

1. Кем в римской мифологии были Венера и Марс? Подумайте, почему именно эти символы используются для обозначения в биологии женского и мужского пола.

2. Используя Интернет и дополнительную литературу, найдите примеры применения символов в биологических науках. Объясните, с чем это связано.

Источники информации в биологических науках

Первично информация создается и хранится самой природой. Это – генетическая информация, записанная с помощью генов в хромосомах клетки. Информация в виде рисунков, графиков, диаграмм, схем, символов – это графическая информация. Текстовая информация связана с возникновением речи. Изобретение письменности, книгопечатания позволили текстовой информации широко распространиться. Звуки живой природы представляют собой звуковую информацию, а фотографии и видеофильмы – «живые» картины окружающего мира – фото- и видеоинформацию.

Сегодня широкое распространение получили электронные носители информации. В компьютерах, на лазерных дисках, флеш-картах может храниться не только текстовая и графическая информация, но также звуковая, фото- и видеоинформация (рисунок 3.2.2).



Рис. 3.2.3. Носители информации

Вопросы и задания для обучающихся:

1. Чем представлена информация в биологических науках?
2. Каково происхождение биологических терминов?
3. Используя Интернет, подберите примеры научных терминов, определений и объясните их значение.
4. В каких формах представлена информация в учебнике биологии?
5. Подумайте, где еще можно найти биологическую информацию.
6. Выполните практическую работу «Поиск биологической информации с использованием различных источников».

После формирования у обучающихся представлений о научной терминологии и научной информации в биологических науках следует перейти к рассмотрению научного метода изучения живой природы, который всегда начинается с вопросов: как? почему? что? сколько? и имеет свои этапы.

Научный метод изучения живой природы

Научный метод представляет собой совокупность способов получения новых научных знаний, наглядно его можно представить в виде схемы (рис. 3.2.4). К способам получения научных знаний относится не только наблюдение и эксперимент, но и описание, измерение, классификация, сравнение и др. Для получения точных данных используют различное оборудование: термометры, весы, записывающие устройства и т. п.



Рис. 3.2.4. Структура научного метода изучения живой природы

После ознакомления обучающихся со структурой научного метода изучения живой природы необходимо более детально охарактеризовать основные методы получения первичных биологических знаний: *наблюдение, эксперимент, описание, измерение и классификацию*. Для этого обучающимся предлагается прочитать статьи из параграфов учебника о методах биологических исследований, заполнить таблицу 3.2.1 (познавательное учебное действие из ФРП: выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать биологическую информацию различных видов и форм представления) и ответить на вопросы.

Методы биологических исследований

| Название метода | Краткая характеристика метода | Примеры |
|-----------------|-------------------------------|---------|
| | | |

Вопросы для обучающихся:

1. Чем наблюдение биологического объекта отличается от его рассматривания?
2. Что можно узнать с помощью биологических наблюдений?
3. Какие технические средства помогают проводить биологические наблюдения?
4. В чем особенность метода описания?
5. Чем отличается научное описание от художественного?
6. Как описательный метод повлиял на развитие биологии?
7. Что послужило причиной развития метода измерения в биологии?
8. Что можно измерять у живых объектов?
9. С чем была связана необходимость создания классификации растений и животных?
10. Почему систематическое положение организма позволяет найти его родственные связи с другими организмами?

3. Понятийно-теоретический этап

На этом уровне формирования познавательных универсальных учебных действий происходит активное оперирование понятиями, формирование и развитие умений – логических, исследовательских, работы с информацией. Опорой для познавательной деятельности могут служить *структурно-логические схемы* (СЛС) – особая форма изобразительной наглядности, существующей наряду с формами, непосредственно получаемыми в процессе восприятия предметов и действий с ними.

Элементами СЛС выступают биологические понятия, между которыми отображаются существующие взаимосвязи. Они фиксируют в виде наглядного

образа структуру, логику и последовательность усвоения знаний и освоения умений. С точки зрения психологии использование СЛС является закономерным и характеризуется как переход от отражения внешнего облика предметов к их сущности, переход от непосредственного созерцания биологических объектов, явлений и процессов к представлениям о них. Например, при изучении темы «Биология – наука о живой природе» (рис. 3.2.5).



Рис. 3.2.5. Структурно-логическая схема «Биология – наука о живой природе»

Процесс создания СЛС осуществляет непосредственно на уроке учитель вместе с обучающимися при объяснении нового учебного материала. Наиболее подготовленным школьникам можно предложить самостоятельно придумать СЛС и раскрыть в ходе устного сообщения на их основе текстовое содержание учебного материала: развивать умение самостоятельно выбирать оптимальную

форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами.

Вопросы и задания для обучающихся:

1. Из каких разделов состоит биология?
2. Чем представлены в науке биологические знания?
3. Какие живые системы являются объектами изучения биологии?
4. Какие методы используют ученые-биологи для своих исследований?
5. Какие методы биологических исследований можно использовать при выполнении лабораторных и практических работ: а) на уроке; б) дома; в) в полевых условиях?
6. Подберите из Интернета и рекламной продукции примеры псевдонаучных утверждений биологического характера.

4. Творческий этап

На этом этапе формирования познавательных универсальных учебных действий происходит применение ранее сформированных биологических знаний и умений для решения проблем в нестандартной учебной ситуации.

Так можно предложить школьникам обобщить информацию о значении биологических знаний для современного человека и выполнить проектную работу «Биологические профессии» (познавательное учебное действие из ФРП: применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе биологической информации или данных из источников с учетом предложенной учебной биологической задачи). Сначала учитель рассказывает о биологических профессиях и необходимых для овладения ими биологических знаниях и умениях. Далее школьникам предлагается самостоятельно выяснить, что для этого необходимо. Причем каждую проектную работу целесообразно посвятить одной какой-либо биологической профессии (ученый, врач, психолог, ветеринар, агроном, кинолог, фармацевт и др.), составить ее профессиограмму, которая и станет результатом работы.

Профессиограмма – это стандартизированное описание конкретной профессии, специальности, основных ее характеристик по блокам (табл. 3.2.2).

Структура и содержание профессиограммы

| Содержание деятельности | Условия деятельности | Квалификационные требования | Средства деятельности |
|---|--|------------------------------|-----------------------|
| Требования к профессиональным качествам | Требуемое профессиональное образование | Медицинские противопоказания | Родственные профессии |

По итогам выполнения проектной работы «Биологические профессии» обучающимся предлагается провести рефлексию познавательной деятельности, ответить на вопросы и выполнить следующие задания.

Вопросы и задания для обучающихся:

1. Какими качествами должен обладать ученый-биолог?
2. Объясните, почему ветеринару необходимы знания анатомии и физиологии животных.
3. Докажите, что профессия врача и фармацевта связаны друг с другом.
4. Почему профессия агронома постоянно востребована?
5. Где в современном обществе требуются кинологи?

Приемы организации познавательной деятельности обучающихся***Освоение базовых логических действий***

Базовые логические действия в рамках изучения предмета «Биология» формируются в ходе различных видов учебной деятельности (это все виды работы с информацией, решение задач, выполнение лабораторных и практических работ, проекты и исследования и т. д.). Следует отметить, что на занятиях лекционного типа отработка базовых логических умений менее эффективна. Необходимо создание условий для полноценной самостоятельной учебной познавательной деятельности в условиях уроков и на внеурочных занятиях.

В качестве примера задания, требующего применения базовых логических действий, рассмотрим:

Задание 1 (предназначено для выявления умения объяснять).

Ученые исследовали влияние бактерий, поражающих клетки печени, на развитие гепатита у мышей. Одной группе мышей давали культуру бактерий с едой, а второй – контрольной – давали бактерии, предварительно убитые

кипячением. Выяснилось, что количество измененных клеток в печени становится очень большим при заражении живыми бактериями, но не меняется у мышей, получавших убитую культуру. Какой вывод можно сделать из этого исследования? Объясните, почему в качестве контроля использовались убитые кипячением бактерии, а не просто вода.

Элементы верного ответа:

1. Живые бактерии вызывают изменения клеток печени у мышей.
2. Если бы в контроле использовалась вода, то было бы непонятно, что вызывает эти изменения: сами клетки или продукты их жизнедеятельности.

| <i>Критерии оценивая выполнения задания</i> | <i>Баллы</i> |
|---|--------------|
| Ответ включает в себя два названных выше элемента и не содержит биологических ошибок | 2 |
| Ответ включает в себя только один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок | 1 |
| Ответ неверный | 0 |
| <i>Максимальный балл</i> | 2 |

Задание 2 (включает применение умения выявлять причинно-следственные связи).

Пользуясь таблицей «Выживание птенцов скворцов в зависимости от числа яиц в кладке», ответьте на следующие вопросы.

Таблица 1

Выживание птенцов скворцов в зависимости от числа яиц в кладке

| <i>Число яиц в кладке</i> | <i>Доля выживших птенцов, %</i> |
|---------------------------|---------------------------------|
| 1 | 100 |
| 2 | 95 |
| 3 | 90 |
| 4 | 83 |
| 5 | 80 |
| 6 | 53 |
| 7 | 40 |
| 8 | 35 |
| 9 | 32 |

Вопросы для обучающихся:

1. Какая существует зависимость между числом яиц в кладке и долей выживших птенцов?
2. Каков процент вылетевших из гнезда птенцов при величине кладки, равной 5?
3. Чем можно объяснить, что в кладке скворца небольшое число яиц?

Элементы верного ответа:

1. Чем больше яиц в кладке, тем меньше доля выживших птенцов.
2. 80%.
3. Более эффективна забота о потомстве (ИЛИ чем меньше птенцов, тем больше корма достается каждому из них).

| Критерии оценивая выполнения задания | Баллы |
|--|--------------|
| <i>Верный</i> ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок | 3 |
| Ответ включает в себя два из названных выше элементов. ИЛИ Ответ включает в себя все названные выше элементы, но содержит биологические ошибки | 2 |
| Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок. ИЛИ Ответ включает в себя два из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки | 1 |
| Ответ включает в себя один любой из названных выше элементов и содержит биологические ошибки. ИЛИ Ответ неверный | 0 |
| <i>Максимальный балл</i> | 3 |

Освоение базовых исследовательских действий

Общепризнанным средством развития базовых исследовательских действий является учебный эксперимент. В ФРП ООО особое внимание уделено формированию исследовательских умений: проводить по самостоятельно

составленному плану наблюдение, несложный биологический эксперимент, небольшое исследование по установлению особенностей биологического объекта (процесса) изучения, причинно-следственных связей и зависимостей биологических объектов между собой [31].

Наиболее эффективно такие умения могут быть реализованы в ходе поисковой и исследовательской деятельности обучающихся. С самого начала развития методики преподавания биологии ученые-методисты и педагоги-практики применяли исследовательский метод в обучении, широко используя такие его приемы, как наблюдение, опыт, эксперимент.

Методисты-естественники [25] выделили сущность исследовательского метода обучения:

1) Учитель вместе с обучающимися формулирует проблему, разрешению которой посвящается отрезок учебного времени. Деятельность учителя сводится к оперативному управлению процессом решения проблемных задач.

2) Обучающиеся самостоятельно добывают знания в процессе разрешения (исследования) проблемы, сравнения различных вариантов получаемых ответов. Средства для достижения результата также определяют сами обучающиеся.

3) Учебный процесс характеризуется высокой интенсивностью, полученные знания отличаются глубиной, прочностью, действенностью.

Все три формы сводятся к тому, что либо учитель показывает, либо сами ученики проходят путь исследования на доступном им материале и доступными средствами.

Учитывая эти функции, сущность исследовательского метода следует определить как способ организации поисковой, творческой деятельности обучающихся по решению новых для них проблем.

В зависимости от методических целей и выделенных проблем исследовательский метод может использоваться на уроках биологии не только на этапе усвоения новых знаний, но и на этапе их закрепления и применения, в том числе и при выполнении домашних заданий. В зависимости от содержания учебного материала исследовательский метод можно применять там, где известные понятия рассматриваются в новых связях; при изучении узловых вопросов программы.

Средством создания проблемных ситуаций при исследовательском методе обучения становятся проблемные задачи, проблемные вопросы, проблемные задания, проблемные упражнения, которые содержат в себе объективные противоречия и выполняются обучающимися самостоятельно. И еще одно обстоятельство: проблемные задачи (вопросы, задания, упражнения) по биологии должны представлять собой не некоторые эмпирически составленные совокупности, но определенную систему.

В случае самостоятельного решения обучающимися системы проблемных задач обеспечивается не только усвоение новых знаний, но и творческое применение основных знаний (понятий, методов познания), постепенное развитие освоенных ранее универсальных учебных действий, овладение умениями творческой познавательной деятельности.

Приведем пример *проблемного задания*:

Для всех живых организмов характерно движение. Человек тоже совершает различные движения. Он ходит, бегает, прыгает, выполняет гимнастические упражнения, занимается спортом. Без движений невозможна трудовая деятельность. Движение способствует физическому развитию человека, укрепляет и поддерживает его здоровье. Движение тела происходит за счет работы мышц, которые прикреплены к костям.

В разных жизненных ситуациях одни и те же мышцы человека могут совершать разную работу. На основании данных фактов:

Определите проблему исследования.

Например:

- Каким образом мышцы совершают работу?
- От чего зависит работа мышц и утомление?

Предложите гипотезу (объяснительное предположение).

Например:

- Чем больше ритм и нагрузка на мышцы, тем активнее они работают и утомляются.

Экспериментально подтвердите свою гипотезу.

Опыт 1.

Оборудование. Для работы необходимо иметь гантели массой 1 кг и 2 кг, секундомер или часы с секундной стрелкой.

Ход работы:

1. Уперев предплечье в локте, поднимайте и опускайте гирию в 1 кг кистью в небыстром темпе в течение 1 мин. После отдыха (5 мин) удерживайте эту гирию в кисти на весу в течение 1 мин. Отметьте, какая работа (динамическая или статическая) более утомительная.

2. Возьмите гирию в 1 кг и подвесьте ее к указательному пальцу. Установите секундомером на ритм 60 ударов в минуту. С одним ударом секундомера согните палец, с другим – разогните. Начало работы и наступление утомления отметьте по секундомеру. Поделайте то же самое при ритме 120 ударов в минуту, затем – используя гирию в 2 кг.

3. Данные занесите в таблицу.

4. Сделайте вывод о зависимости работоспособности мышц и ритма работы.

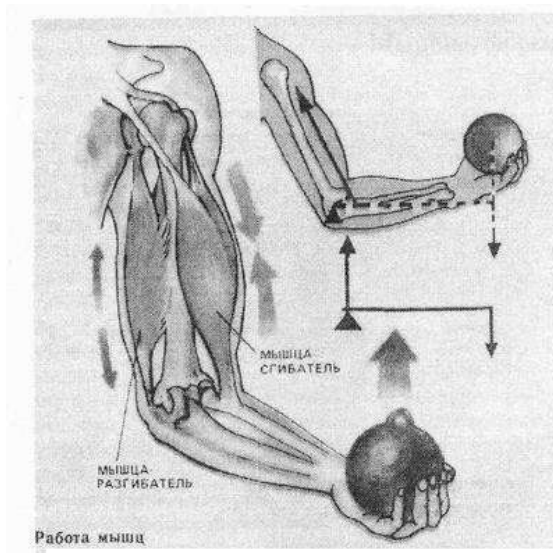


Рис 1. Работа мышц руки при удержании груза

| <i>Нагрузка, кг</i> | <i>Ритм, удары в минуту</i> | <i>Время работы, мин</i> |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | 60 | |
| 1 | 120 | |
| 2 | 60 | |
| 2 | 120 | |

Примерный верный ответ:

При ускорении темпа работы и увеличении нагрузки время работы сокращается и наступает утомление.

Наиболее производительная работа мышц бывает при среднем ритме и средней нагрузке.

Эта величина различна у разных людей, причем более высокая у людей, занимающихся физическим трудом и спортом.

Опыт 2.

Во время работы в мышце в зависимости от интенсивности изменений обмена веществ возрастает образование тепла. Часть энергии, освобождающейся при химических процессах без превращения в тепло, непосредственно переходит в кинетическую энергию сокращения мышцы. Остальная большая часть энергии химических процессов превращается в тепловую, поэтому мышцы при сокращении выделяют тепло.



Рис. 2. Измерение температуры в изгибе локтя

1. Измерьте температуру тела в изгибе локтя.
2. Затем интенсивно поработайте мышцей и снова измерьте температуру (рис. 2).
3. Объясните наблюдения.

Примерный верный ответ:

Измерение температуры тела в изгибе локтя составляет норму 36,6 °С.

В результате работы мышц руки человека (сгибание-разгибание) мышца нагревается, и выделяется большое количество тепла.

При работе в мышечных волокнах происходят реакции окисления, которые являются химическими и сопровождаются выделением тепла.

Протекающая по работающим мышцам кровь нагревается и несет это тепло в другие части тела, обеспечивая таким образом их согревание и относительно равномерное распределение тепла в организме.

Повышение температуры тела может составлять до нескольких градусов в зависимости от длительности работы мышцы и ее интенсивности.

Виды заданий и, соответственно, виды деятельности школьников при исследовательском методе обучения могут быть чрезвычайно разнообразными: выполнить лабораторную (опытную, практическую, экспериментальную) работу по определенной теме; подготовить самостоятельное сообщение по заданной теме и выступить с ним; провести наблюдения за живыми объектами и оформить их; спроектировать какую-нибудь модель (экосистему, экологическую тропу и др.); сконструировать прибор для опыта; самостоятельно найти доказательства какой-то идеи (правила) и т. д.

В курсе биологии обучающиеся имеют реальную возможность освоить исследовательские универсальные учебные действия. Наблюдения на уроках биологии способствуют развитию у обучающихся таких логических умений, как анализ, синтез, сравнение, обобщение. Вместе с тем обучающиеся вырабатывают практические умения и навыки (измерение, зарисовки, записи, препарирование и пр.).

Наибольшее внимание в курсе биологии уделяется освоению обучающимися умения проводить наблюдение. В методике преподавания биологии [18] отмечается, что, прежде чем проводить наблюдение за живыми организмами, учителю необходимо провести предварительную работу по подготовке наблюдений: *определить цель наблюдения; выбрать объект; разработать задания и познакомить с ними обучающихся; подобрать необходимое оборудование; познакомить школьников с приемами проведения наблюдений и формой фиксации результатов.* Ученый подчеркивает, что перед наблюдением нужно поставить проблему, например: «Почему черемуха зацветает яркими цветами с сильным запахом?» При наблюдениях очень важно приучать учеников оценивать условия наблюдаемого явления, а также отличать существенное от несущественного.

Наблюдения можно проводить как в классе на уроках и лабораторных занятиях, так и на экскурсиях в природу, в уголке живой природы, в домашних условиях. Самостоятельные учебные наблюдения ценны тем, что они соответствуют важнейшему методу исследования в науке биологии, где наблюдения над живыми организмами занимают наряду с экспериментом ведущее место. Обучающиеся, проводя самостоятельные наблюдения, овладевают и научным методом изучения живой природы.

Особенного внимания заслуживают фенологические наблюдения в природе. Их можно проводить в широком плане с регистрацией сезонных явлений в жизни животных и использовать для создания общего календаря природы.

К самостоятельным наблюдениям обучающихся можно отнести использование пособий: препаратов, коллекций, графических изображений (таблиц, рисунков). Эти работы тоже можно организовать таким образом, что обучающиеся сами целенаправленно будут читать пособия и получать необходимые представления. Наблюдения можно проводить в уголке живой

природы и дома: например, наблюдения за развитием растений (за распусканием почек и образованием побегов, за ростом и развитием корневой системы у бобовых и злаковых и др.). Положительные результаты эти наблюдения дают в том случае, если обучающиеся будут систематически выполнять задания, если их работа будет под постоянным контролем учителя, а результаты наблюдений будут обобщаться на уроках при прохождении соответствующей темы. Большое значение в изучении биологии имеют систематические наблюдения обучающихся на экскурсиях в природу и на сельскохозяйственное производство. При подготовке экскурсии также необходимо уделять серьезное внимание разработке заданий для выполнения наблюдений обучающимися. Важно, чтобы обучающиеся не только констатировали факты, но и выясняли взаимосвязь между живыми организмами и окружающей средой.

Большое место в курсе биологии занимает экспериментальная деятельность обучающихся. Эксперименты по биологии имеют отличия от физических и химических опытов. Они носят, как правило, длительный характер. За исключением экспериментов по изучению состава и строения семян, требующих относительно непродолжительного времени, все остальные опыты осуществляются в течение нескольких дней, недель и даже месяцев. Поэтому учителю вместе с обучающимися необходимо заранее закладывать опыты, а затем результаты их демонстрировать в связи с рассказом на соответствующую тему.

Проводя опыты, обучающиеся становятся исследователями, вовлеченными в поиск ответов на поставленный вопрос. Конечно, обучающиеся не «открывают» законы природы, о результатах опытов они могут прочитать в учебнике, кроме того, о цели некоторых опытов, их методике предварительно рассказывает учитель, но это не умаляет познавательного и воспитательного значения учебного эксперимента. Каждый опыт проводят с целью: разрешить ту или иную проблему. Проведение опыта требует определенных условий, выясняющих значение того или иного фактора, и поэтому, как правило, сопровождается контролем.

Наиболее многообразны эксперименты на учебно-опытном участке. Они особенно длительны и занимают весь вегетационный период, т. е. целое лето. Перед обучающимися ставят вопросы или задачи, которые решают путем сравнения результатов опыта и контроля (опытные и контрольные растения

или животные ставятся в одинаковые условия, кроме одного испытываемого). Во время опыта проводят точные наблюдения с измерениями. Особенное значение имеет правильная фиксация наблюдений и результатов опыта в специальных таблицах, позволяющих сравнивать показатели развития и урожайности опытных и контрольных растений и подводящих к выводам. Постановка опытов должна приучать обучающихся к дисциплине мысли, к культуре, точности, достоверности и честности в исследованиях.

Длительные опыты и наблюдения за растениями и животными связаны с изучением их роста и поведения. Например, очень разнообразны опыты по выработке тех или иных условных рефлексов у позвоночных. Работы эти проводят во внеурочное время, а результаты их используют на уроке.

Освоение умений наблюдать и проводить эксперименты происходит при условии соблюдения необходимой последовательности действий. Так, приобщение обучающихся к постановке цели наблюдения или эксперимента включает: выдвижение цели учителем и последующее соотнесение с ней хода и результатов наблюдения или эксперимента; показ необходимости или значения постановки цели; побуждение учеников к анализу житейской практики для выделения процедуры целеполагания; сопоставление данных учебного и житейского опыта школьников.

Ознакомление обучающихся с выдвижением гипотез включает: побуждение их к высказыванию предположений о результатах предстоящего наблюдения или эксперимента; обращение к истории науки; использование аналогии; анализ известного им из житейской практики эмпирического материала с целью выявления в нем общего; домашние задания на подбор группы фактов, известных из повседневного опыта, и объяснение общего в них; получение таких результатов наблюдения или опыта, которые не согласуются с выдвинутыми на основании житейских наблюдений предположениями.

Ознакомление с выбором оборудования для проведения наблюдения или эксперимента включает: соотнесение оборудования с целью или гипотезой предстоящего наблюдения или опыта; косвенные указания, побуждающие обучающихся к осмыслению процедуры выбора оборудования; постановку вопросов, направленных на определение степени точности измерений, получаемых при их использовании.

Ознакомление с планированием предстоящих в процессе наблюдения или эксперимента действий осуществляется последовательно. Сначала

показывается целесообразность и необходимость планирования, раскрывается логика составления плана предстоящего наблюдения или эксперимента, лабораторного наблюдения или опыта: школьники самостоятельно планируют и проводят несложные домашние эксперименты, лабораторные наблюдения и опыты.

Стадия исполнения учебного наблюдения или эксперимента внешне регламентируется учителем и включает работу с оборудованием, выполнение записей, фиксацию показаний приборов, создание схем, таблиц.

В заключительной стадии эксперимента или наблюдения можно выделить следующие компоненты: интерпретация результатов; анализ условий, в которых протекало исследуемое явление; практическое использование изучаемого явления.

В качестве примера рассмотрим ситуации использования в учебном процессе методов, развивающих познавательную активность обучающихся, интенсифицирующих процесс обучения. Специфика выбора научных методов познания для изучения раздела «Человек и его здоровье» определяется прежде всего тем, что объектом изучения становится сам человек, строение и функции человеческого организма. В связи с этим в преподавании данного раздела большое место занимает демонстрация опытов, наблюдение и проведение экспериментов. Например, наблюдение коленного рефлекса у человека, декальцинированной и жженной кости, влияние адреналина, желчи и никотина на сердце лягушки, превращение венозной крови в артериальную и др.

Так в изучаемом разделе «Биология человека» указывается на необходимость проведения обучающимися наблюдений по темам: «Общее знакомство с организмом человека»; «Опорно-двигательная система»; «Кровь»; «Кровообращение»; «Дыхание»; «Пищеварение»; «Обмен веществ»; «Кожа»; «Нервная система»; «Органы чувств (анализаторы)»; «Высшая нервная деятельность».

Наблюдения, предусмотренные в данном разделе, по характеру мыслительной деятельности обучающихся могут носить *иллюстративный* и *исследовательский характер*.

Иллюстративные наблюдения не дают новых существенных знаний, но они конкретизируют, уточняют, углубляют полученные знания и поэтому не лишены образовательного значения, как и исследовательские наблюдения,

которые возбуждают интерес, способствуют развитию самостоятельного мышления.

Демонстрация натуральных объектов животного происхождения играет серьезную роль в накоплении конкретных представлений об органах человека и процессах, в них происходящих. Использование на уроках влажных препаратов, муляжей, моделей, таблиц проходит успешнее при одновременном обращении в порядке сравнения к натуральным зоологическим объектам. Наглядные методы широко применяются вместе с использованием пособий, во многом общих с зоологией. Таковы таблицы с изображением систем органов животных и человека, скелеты человека и позвоночных животных, влажные препараты.

Также используется *самонаблюдение* – метод самопознания, при котором объектом наблюдения является состояния и действия самого наблюдающего человека. Например, наблюдение за изменением пульса при различных условиях работы и отдыха, наблюдение за числом дыхательных движений в минуту при работе и отдыхе, определение CO_2 в воздухе, выдыхаемом человеком и т. д.

Такие наблюдения, как правило, не сложны, но важны тем, что позволяют обучающимся лучше представить себе физиологические процессы, происходящие в их собственном организме, повышают интерес к предмету, побуждают активно мыслить и рассуждать.

К самонаблюдениям следует отнести и показ некоторых систем органов или отдельных органов на самом себе. Успех любого самонаблюдения зависит от правильности составленного задания. В задании для самонаблюдения должна быть четко сформулирована задача, определен порядок наблюдения.

Каждая работа, в основе которой лежит наблюдение или самонаблюдение, заканчивается отчетным заданием, которое обучающиеся представляют в письменном или устном виде. Важно научить школьников не только проводить наблюдения над собственным организмом, но и уметь объяснять их. При помощи самонаблюдений можно научить учеников понимать некоторые физиологические процессы, происходящие в организме человека.

Например, эксперимент по разделу «Биология человека. 9 класс» включает лабораторные работы по темам: «Изучение микроскопического строения тканей (на готовых микропрепаратах)»; «Изучение головного мозга человека (по муляжам)»; «Изучение влияния статической и динамической нагрузки на утомление мышц»; «Измерение кровяного давления» и др. Большинство

из приведенных экспериментов и наблюдений включает в себя проведение разнообразных измерений. Примерный сценарий урока по предложенной теме приведен в Приложении 2.

Главным требованием познавательной деятельности школьников 5–9 классов по биологии является последовательный и непрерывный характер усвоения биологических понятий и способов деятельности с биологическими знаниями. Проходя уровень восприятия, представления, биологические понятия становятся теоретической основой для практической деятельности экспериментального и исследовательского характера, что и составляет сущность метапредметных результатов изучения биологии.

3.3. Формирование познавательных универсальных учебных действий средствами учебного предмета «Физика». Приемы организации познавательной деятельности обучающихся

В федеральной рабочей программе по физике для уровня основного общего образования [32] определяются метапредметные образовательные результаты, на достижение которых, наряду с предметными и личностными результатами, должно быть направлено изучение физики.

Межпредметные понятия, осваиваемые при изучении физики, должны связывать именно физику с другими учебными предметами и предметными областями, а универсальные действия должны формироваться в процессе той деятельности, которая органично присуща освоению физических знаний.

Далее кратко описана учебная деятельность на уроках физики, приводящая к освоению универсальных учебных действий, также предложены средства текущего и итогового контроля достижения соответствующих метапредметных результатов.

Учебная деятельность, направленная на достижение метапредметных результатов

В ФГОС ООО универсальные учебные действия, освоение которых обеспечивает достижение метапредметных образовательных результатов, подразделяются на три основные группы:

- познавательные универсальные учебные действия;
- коммуникативные универсальные учебные действия;
- регулятивные универсальные учебные действия.

В ФРП по физике [32] в качестве планируемых метапредметных результатов представлены учебные действия, относящиеся ко всем трем группам. Наиболее полно специфика предмета выражается в овладении познавательными УУД, тогда как коммуникативные действия, связанные с взаимодействием участников образовательного процесса, и регулятивные действия, связанные с управлением собственной деятельностью, формируются, как правило, в процессе учебной деятельности, сходной для всех учебных предметов. Поэтому ниже в таблице 3.3.1 именно познавательные учебные действия, которые определяются в ФРП по физике в качестве планируемых метапредметных результатов, раскрываются через деятельность обучающихся в процессе освоения курса физики.

Таблица 3.3.1

Виды деятельности обучающихся при изучении физики, обеспечивающие формирование познавательных универсальных учебных действий

| <i>№</i> | <i>Познавательные универсальные учебные действия</i> | <i>Примеры видов деятельности обучающихся в процессе изучения физики</i> |
|----------|---|--|
| 1 | Базовые логические действия | |
| 1.1 | Выявлять и характеризовать существенные признаки объектов (явлений) | Описывать наблюдаемые физические явления: механические, тепловые, электромагнитные, световые, звуковые. Например, процесс кипения воды в прозрачном электрическом чайнике; разогревание полотна ножовки при распиливании доски (тепловые явления); разложение белого света в спектр при отражении от поверхности компакт-диска; преломление или полное внутреннее отражение лазерного луча в воде (световые явления) |

| | | |
|-----|--|---|
| 1.2 | Устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения | Аргументированно относить наблюдаемое явление к соответствующему классу явлений (физические, химические) и виду физических явлений |
| 1.3 | Выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях, относящихся к физическим явлениям | На основе наблюдений или описаний физических явлений выявлять закономерности, например: чем больше сила тока в проволочной катушке, тем сильнее она притягивает железный предмет; чем длиннее нить маятника, тем больше период его колебаний. Выявлять противоречия в рассматриваемых данных, например: значимое отклонение экспериментального графика от ожидаемой физической закономерности и выдвижение предположений о причинах этих отклонений |
| 1.4 | Выявлять причинно-следственные связи при изучении физических явлений и процессов; делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, выдвигать гипотезы о взаимосвязях физических величин | Объяснять причины наблюдаемого или описанного явления (например, при решении качественной физической задачи), распознавая при этом проявление соответствующего физического закона (дедукция) или обнаруживая закономерность при сравнении и сопоставлении ряда событий или опытов (индукция). Закономерность может выдвигаться |

| | | |
|-----|--|--|
| | | в виде гипотезы, подлежащей проверке |
| 1.5 | Самостоятельно выбирать способ решения учебной физической задачи (сравнение нескольких вариантов решения, выбор наиболее подходящего с учетом самостоятельно выделенных критериев) | При решении физической задачи повышенного или высокого уровня сложности, требующей построения физической модели, учитывать возможность использования альтернативных моделей. Обоснованно выбирать одну из моделей для решения данной задачи |
| 2 | Базовые исследовательские действия | |
| 2.1 | Использовать вопросы как исследовательский инструмент познания | Самостоятельно формулировать вопросы о причинах наблюдаемых явлений, о способах получения тех или иных знаний, о доказательствах сделанных утверждений. Преобразовывать вопрос в цель и задачу исследования. Например, вопрос «Почему не тонет в воде тяжелое металлическое судно?» может быть преобразован в цель исследования: определить, от чего зависит выталкивающая сила, действующая на погруженное в жидкость тело |
| 2.2 | Проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный физический эксперимент, небольшое исследование физического явления | В соответствии с поставленной целью исследования самостоятельно составлять план исследования и проводить его самостоятельно или с поддержкой учителя. Например, составлять план |

| | | |
|-----|---|---|
| | | исследования зависимости периода колебаний нитяного маятника от различных параметров |
| 2.3 | Оценивать на применимость и достоверность информацию, полученную в ходе исследования или эксперимента | Учитывать и оценивать погрешность полученных в исследовании или эксперименте данных. Соотносить полученные данные с теоретическими предсказаниями и здравым смыслом |
| 2.4 | Самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного наблюдения, опыта, исследования | Самостоятельно интерпретировать данные, полученные в ходе наблюдений, исследований или эксперимента, формулировать обобщения и выводы о наблюдаемых зависимостях или закономерностях |
| 2.5 | Прогнозировать возможное дальнейшее развитие физических процессов, а также выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах | На основе обнаруженных в исследовании зависимостей или изученных закономерностей прогнозировать примерные значения соответствующих физических величин при изменении внешних параметров или условий протекания процессов |
| 3 | Работа с информацией | |
| 3.1 | Применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе информации или данных с учетом предложенной учебной физической задачи | Формулировать запрос и искать нужную информацию: при решении физических задач с недостающими данными и основанными на реальных ситуациях; при выполнении учебных исследований, выходящих за рамки стандартных лабораторных работ; |

| | | |
|-----|--|--|
| | | при выполнении учебных проектов физического содержания |
| 3.2 | Анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления | Анализировать и интерпретировать экспериментальные данные лабораторных работ и научных экспериментальных исследований (в случае их использования в задачах и проектах), представленные в виде графиков, таблиц, диаграмм, фотографий и др. |
| 3.3 | Самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями | Использовать в представлении результатов лабораторных работ и учебных исследований графики, таблицы, диаграммы, схемы. Использовать рисунки и схемы при решении физических задач |

Охарактеризуем в общих чертах методику, в рамках которой реализуются виды деятельности обучающихся, направленные на формирование познавательных универсальных учебных действий. В качестве примера приведем схему реализации подхода к обучению естественно-научным предметам, который называется «наука как способ познания» [20]. Учебный процесс, организованный на основе этого подхода, можно охарактеризовать степенью ответственности, которую несут сами обучающиеся или учитель за постановку научных вопросов и получение ответов на них, планирование исследований и оценивание, а также обсуждение процесса своего обучения (табл. 3.3.2). На одном полюсе полная инициатива в организации познавательного процесса отдается ученику (*познание, направляемое учеником*). На другом полюсе, наоборот, максимальная ответственность за те же самые процессы у учителя (*познание под руководством учителя*).

Таблица 3.3.2

Реализация в обучении подхода «наука как способ познания»

| Основные характеристики подхода «наука как способ познания» | Познание, направляемое учеником | | | |
|--|---|---|---|---|
| | Больше | Познание, направляемое учеником | Меньше | Меньше |
| | Познание под руководством учителя | | | |
| | Меньше | Познание под руководством учителя | Больше | Больше |
| Вопросы Обучающиеся заинтересованы в анализе ситуации, явления или задачи, когда ... | сами ставят вопрос | выбирают из предложенных учителем вопросов | заостряют или проясняют предложенный учителем вопрос | принимают предложенный учителем вопрос |
| Доказательства Обучающиеся видят необходимость в доказательствах, когда ... | сами определяют, что является доказательством, и находят его | собирают под руководством учителя нужные для доказательства данные | им предоставлены данные, но надо самим их проанализировать | им предоставлены данные и сказано, как их анализировать |
| Объяснение Обучающиеся формулируют объяснения, когда ... | сами формулируют объяснение после того, как собраны доказательства | формулируют объяснение на основе доказательств под руководством учителя | им предложены возможные способы использования доказательств для формулировки объяснения | им предоставлены доказательства |
| Следствия Обучающиеся оценивают следствия своих объяснений, когда ... | рассматривают другие факты и устанавливают связи между ними и своими объяснениями | обращаются к другим фактам, направляясь учителем | им предложены возможные следствия | им перечислены и описаны следствия |
| Обсуждение Обучающиеся обсуждают и обосновывают свои объяснения, когда ... | выдвигают разумные и логичные аргументы в пользу своих объяснений в процессе обсуждения | прошли подготовку перед проведением обсуждения | им предложены основные линии ведения обсуждения | им заданы этапы и способы ведения обсуждения |

Фактически в таблице 3.3.2 в концентрированном виде представлены многие из познавательных и коммуникативных универсальных учебных действий, относящихся к метапредметным результатам освоения программы по физике и соответствующих требованиям ФГОС ООО. В то же время она, пусть и неявно, показывает постепенность и трудность перехода от одного полюса к другому. Действительно, реализация в чистом виде ситуации «познание, направляемое учеником» – это некий почти недостижимый идеал, тогда как ситуацию «познание, направляемое учителем» лучше рассматривать лишь как стартовую позицию. В итоге обучающиеся выигрывают больше всего, когда реальная учебная ситуация находится между двумя этими полюсами.

Взаимосвязь предметных результатов по физике с метапредметными результатами

В Универсальном кодификаторе по физике [26], разработанном в Федеральном институте педагогических измерений, устанавливается тесная связь между проверяемыми предметными результатами обучения и метапредметными результатами. Так, каждому из метапредметных результатов поставлена в соответствие группа предметных результатов, которая, по мнению разработчиков, раскрывает и детализирует смысл соответствующего метапредметного умения или универсального учебного действия. Тем самым выполнение предметных учебных задач, относящихся к определенной группе, должно контролировать достижение не только самих предметных результатов, но и метапредметного результата, объединяющего их в группу.

Вместе с тем сама идея группирования предметных результатов под началом подходящего метапредметного результата нуждается в обсуждении. Далеко не каждый предметный результат в ФРП, отражающий какое-то умение, целесообразно рассматривать и как метапредметный результат. Например, предметные результаты типа «использовать понятия...», «решать расчетные задачи в 1–2 действия, используя законы и формулы, связывающие физические величины...» (7 класс), «выполнять прямые измерения...» не нужно смешивать с метапредметными результатами, которые, как видно из таблицы 3.3.1, предусматривают выполнение более сложных действий, включающих элементы творчества и рефлексии. При этом ряд других предметных результатов почти

дублируют некоторые из метапредметных результатов. Для этого можно сравнить, например, предметные результаты из ФРП [32]:

- «характеризовать свойства тел, физические явления и процессы, используя основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества, принцип суперпозиции полей (на качественном уровне), закон сохранения заряда, закон Ома для участка цепи, закон Джоуля – Ленца, закон сохранения энергии; при этом давать словесную формулировку закона и записывать его математическое выражение;
- объяснять физические процессы и свойства тел, в том числе и в контексте ситуаций практико-ориентированного характера: выявлять причинно-следственные связи, строить объяснение из 1–2 логических шагов с опорой на 1–2 изученных свойства физических явлений, физических законов или закономерностей»

с метапредметными результатами 1.1 и 1.4 (табл. 3.3.1).

А предметный результат: «проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений (зависимость пути от времени при равноускоренном движении без начальной скорости; периода колебаний математического маятника от длины нити; зависимости угла отражения света от угла падения и угла преломления от угла падения): планировать исследование, самостоятельно собирать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин с учетом заданной погрешности измерений в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования» можно сравнить с метапредметными результатами 2.2 и 2.4 (табл. 3.3.1).

Заданиями по физике, которые можно использовать для оценки достижения не только предметных, но и метапредметных результатов часто оказываются так называемые качественные задачи. Ниже приведены примеры таких задач.

Пример 1.

Почему рвется трос?

Бывает, что неисправный автомобиль приходится брать на буксир другой автомашине. При этом иногда случается, что буксировочный трос рвется, когда неподвижный автомобиль пытаются быстро стронуть с места. Попробуйте объяснить, почему это происходит. Как надо действовать водителю машины, берущей на буксир неисправный автомобиль, чтобы трос не рвался? [15]

Пример 2.

Если вы носите очки и в холодную погоду заходите с улицы в теплое помещение, то стекла очков почти мгновенно запотевают. Объясните, почему это происходит.

Пример 3.

Иногда после дождя на лужах, а порой и просто на мокром асфальте образуются радужные пятна. Почему и при каком условии это происходит?

С точки зрения предметных результатов с помощью подобных задач оценивается владение умением «объяснять физические процессы и свойства тел...». Однако *объяснять* – это значит *выявлять причинно-следственные связи*, о чем говорит метапредметный результат 1.4 (табл. 3.3.1). Кроме того, физическое объяснение, как и любое другое, требует построения рассуждения, основанного не только на знаниях, но и на логических правилах, использование которых, безусловно, является универсальным учебным действием. При решении качественных физических задач, как правило, «включается» еще одно метапредметное познавательное действие «самостоятельно выбирать способ решения задачи» (действие 1.5 в таблице 3.3.1), поскольку само описание практической ситуации (например, образование радужных пятен на лужах), требующей объяснения, не указывает прямо ни на путь решения, ни даже на область физического знания, которую надо привлекать для объяснения. Можно сказать, что почти все физические задачи качественного типа требуют выполнения комплекса универсальных учебных действий и их можно использовать для оценки достижений нескольких метапредметных результатов.

Ряд экспериментальных заданий по физике также может служить как для формирования, так и для оценки ряда метапредметных познавательных умений. Ниже приведен пример подобного задания.

Пример 4.

Поставьте опыт, демонстрирующий, что при изменении напряжения тока в проволочной катушке изменяется и направление магнитного поля вокруг нее. Выберите необходимое оборудование и соберите установку. Продемонстрируйте опыт и прокомментируйте его по следующему плану:

1) Какое оборудование было выбрано для опыта и почему? В ответе зарисуйте и опишите схему установки.

2) Что наблюдалось при проведении опыта?

3) Какой вывод можно сделать по результатам опыта? [35]

Данное задание предполагает проведение эксперимента. В нем надо с определенной долей самостоятельности спланировать опыт и сформулировать вывод по его результатам. Это соответствует планируемому предметному результату «проводить опыты по наблюдению физических явлений или физических свойств тел: формулировать проверяемые предположения, собирать установку из предложенного оборудования, записывать ход опыта и формулировать выводы» [32].

Но вместе с тем успешное выполнение подобного задания требует осуществления метапредметных исследовательских действий 2.2 и 2.4 (табл. 3.3.1).

Еще большей самостоятельности в планировании действий и формулировании выводов требует физическое исследование, описанное ниже.

Пример 5.

Четверо семиклассников отправились на детскую площадку с целью понять, как ведет себя железная перекладина качелей, когда один из них садится на качели. Они взяли с собой длинную ровную палку (например, швабру), линейку, лазерную указку или нивелир (уровень), изоляционную ленту или скотч. Составьте план проведения эксперимента, проделайте аналогичное исследование и напишите отчет [21].

Однако подобные исследования лучше предлагать в качестве домашнего экспериментального задания, как это и сделано в [15], или проектной работы.

В настоящее время при изучении физики уже довольно часто используются так называемые текстовые задания. Одно-два таких задания обязательно присутствуют в составе теста основного государственного экзамена по физике. Выполнение таких заданий требует применения познавательного универсального учебного действия 3.2 по работе с информацией: «анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления» (табл. 3.3.1). Достижение метапредметных результатов этой группы на текстах физического содержания рассмотрено, например, в [13, 14].

Использование заданий по естественно-научной грамотности для формирования и оценки достижения метапредметных результатов

В ФРП по физике одной из главных задач изучения физики является «формирование естественно-научной грамотности основной массы обучающихся, которые в дальнейшем будут заняты в самых разнообразных сферах деятельности». Согласно принятому в международном сообществе определению [21] «естественно-научная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественно-научными идеями. Научно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетентностей:

- научно объяснять явления;
- оценивать и понимать особенности научного исследования;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов».

Необходимо обратить внимание на то, что компетенции естественно-научной грамотности вполне согласуются с рядом познавательных универсальных учебных действий. Действительно, компетентность «научно объяснять явления» может быть детализирована через познавательные действия, которые представлены в строках 1.4; 1.5; 2.5 таблицы 3.3.1; компетенция «оценивать и понимать особенности научного исследования» – через познавательные действия, которые представлены в строках 2.1–2.4; компетенция «интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов» – в строках 2.4; 3.2; 3.3 таблицы 3.3.1. Однако при этом надо помнить, что соответствующие познавательные универсальные учебные действия обретают смысл компетенций естественно-научной грамотности только в том случае, когда эти действия (и сформированные метапредметные умения) применяются к реальным жизненным ситуациям. Заметим, что и конечной целью формирования универсальных учебных действий является их превращение в метапредметные умения, применяемые в жизни, или в *универсальные* действия. Следовательно, в процессе движения к этой цели обучающиеся должны получать возможность для осуществления универсальных действий в реальных контекстах, иначе говоря, решать проблемы, выполнять

задания на материале, который воспроизводит или моделирует реальные жизненные ситуации.

Подобные задания могут использоваться как для формирования, так и для оценки сформированности метапредметных результатов. Покажем на примерах, как в этом качестве могут использоваться задания по естественно-научной грамотности.

В первый год изучения физики, в 7 классе, мы с точки зрения методического подхода «наука как способ познания» расположены ближе к тому полюсу, где процесс познания больше направляется учителем (табл. 3.3.2), т. е. самостоятельность обучающихся в осуществлении познавательных действий в области физики находится на начальном этапе формирования. Следовательно, и практико-ориентированные задания, предполагающие применение как предметных знаний, так и метапредметных умений, могут быть довольно простыми и носить порой не открытый характер, а предоставлять возможность обучающемуся выбрать верный ответ из предложенных нескольких вариантов. При этом рассуждения обучающегося, на основании которых он делает выбор, в ситуации, когда оценивается лишь результат выполнения задания, происходят в скрытой форме («черный ящик»), а в ситуации формирующих заданий могут в явном виде проговариваться и обсуждаться. Заметим, что и в целом формирование и оценка метапредметных умений (результатов) предполагает смещение акцента с *результата* выполнения учебного задания (задачи) на *процесс* выполнения (решения).

Ниже приведены два задания, взятые из комплексного задания по естественно-научной грамотности «Сапоги-скороходы» (7 класс) [2].

| | |
|--|--|
| <p>Сапоги-скороходы Задание 1 / 4</p> <p>Прочитайте текст, расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.</p> <p>Благодаря какой силе человеку на джамперах удаётся так высоко и далеко прыгать?</p> <p>Отметьте один верный вариант ответа.</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Сила тяжести<input type="checkbox"/> Сила упругости<input type="checkbox"/> Сила давления<input type="checkbox"/> Сила трения | <p>Сапоги-скороходы существуют не только в сказках. В реальности они называются джамперы. С виду этот снаряд напоминает ходули. Он надёжно крепится к ногам спортсмена. На нём можно ходить, бегать или прыгать. Во время движения джамперы пружинят, что позволяет человеку, отталкиваясь от твёрдой поверхности, взлетать, как кузнечик.</p>  <p>На джампере можно делать прыжки на высоту до 2 метров и в длину – до 6 метров. При беге на джамперах удаётся разогнаться до 30 км/ч. Но за счёт чего же джамперы позволяют человеку почти летать?</p> |
|--|--|

| | |
|---|---|
| <p>Сапоги скороходы Задание 4 / 4</p> <p><i>Прочитайте текст, расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.</i></p> <p>Выберите наиболее надёжный способ, с помощью которого можно определить, как меняется высота прыжка на джампере в зависимости от веса человека.</p> <p><i>Отметьте один верный вариант ответа.</i></p> <p><input type="checkbox"/> Предложить одному и тому же человеку с утяжелителями разного веса прыгать на одном и том же джампере.</p> <p><input type="checkbox"/> Предложить людям с разным весом прыгать на одном и том же джампере.</p> <p><input type="checkbox"/> Предложить людям с разным весом прыгать на одинаковых джамперах.</p> <p><input type="checkbox"/> Предложить одному и тому же человеку прыгать на разных джамперах, рассчитанных на людей с разным весом.</p> | <p>Конкретные джамперы подбираются под вес человека. Для того чтобы определить нужные характеристики джампера для каждого веса, нужно проводить настоящие исследования. Но можно провести и другое исследование: определить, как изменяются возможности джампера в зависимости от веса прыгуна.</p> |
|---|---|

Почему эти задания можно считать не только заданиями по физике, соответствующими программному материалу, но и заданиями, предполагающими применение определенных метапредметных умений? Уже первое из этих заданий, несмотря на его простоту, можно соотнести с одним из базовых логических действий (табл. 3.3.1): «1.2. Выявлять причинно-следственные связи при изучении физических явлений и процессов; делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, выдвигать гипотезы о взаимосвязях физических величин».

Действительно, хотя в движении человека на джампере так или иначе участвуют все четыре силы, указанные в вариантах ответа, нужно выбрать из них ту, которая играет решающую роль для выполнения высоких прыжков. В ходьбе человека в обычной обуви также участвуют все четыре силы, но именно величина силы упругости создает принципиальное различие между этими двумя случаями: обычные ботинки и джамперы. Следовательно, причинно-следственная связь здесь имеет простое выражение: увеличение силы упругости ведет к увеличению высоты или длины прыжка. Но оговоримся, если обучающемуся надо просто выбрать верный вариант, он вряд ли внутренне обосновывает свой выбор аналогичными рассуждениями. Скорее всего, он отмечает верный вариант, руководствуясь здравым смыслом и ассоциируя пружинящий снаряд с упругостью. Но если мы предложим обучающемуся дать своему выбору вербальное обоснование, то тут ему придется выстроить рассуждение, содержащее причинно-следственную цепочку.

Второе из приведенных заданий можно связать с базовым исследовательским действием: «2.2. Проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный физический эксперимент, небольшое исследование физического явления».

Однако «самостоятельность» здесь ограничивается веером возможных планов исследования, а само «исследование» проводится скорее мысленно. Тем не менее при выполнении этого задания обучающемуся потребуется внимательно вчитаться в каждый из предложенных планов и привести для себя, пусть даже внутренне, довольно серьезную аргументацию для выбора одного из них и отказа от остальных.

В ходе этих рассуждений обучающийся, конечно же, вынужден будет осуществлять и еще одно базовое логическое действие: «1.2. Выявлять причинно-следственные связи при изучении физических явлений и процессов; делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, выдвигать гипотезы о взаимосвязях физических величин».

В 8 классе, с точки зрения развития базовых исследовательских действий, можно уже ожидать от обучающихся вполне самостоятельного плана несложного исследования, каким-то образом связанного с программным материалом. В качестве примера приведем одно из заданий, входящих в состав комплексного задания «Глобальное потепление» [1, 2].

| | |
|--|---|
| <p>Глобальное потепление</p> <p><i>Задание</i></p> <p>Предложите и кратко опишите эксперименты, с помощью которых можно в домашних условиях смоделировать, изменится или не изменится уровень Мирового океана, если:</p> <p>а) растают материковые льды;</p> <p>б) льды, плавающие на поверхности океана.</p> <p>Эксперимент 1:</p> <p>Эксперимент 2:</p> | <p>Одним из последствий глобального потепления является повышение уровня Мирового океана в результате таяния ледников. Во многих научных статьях приводятся расчеты, показывающие, на сколько метров поднимется уровень Мирового океана, если растают материковые ледники Антарктики или Гренландии. Но в этих статьях почему-то не говорится о том, на сколько поднимется уровень океана, если растают все льды, плавающие на поверхности Северного Ледовитого океана.</p> |
|--|---|

Это задание вполне очевидным образом связано с базовым исследовательским действием «проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный физический эксперимент, небольшое исследование физического явления».

Ниже показаны возможные идеи таких планов.

Эксперимент 1: а) измерить начальный уровень воды, налитой в мерный цилиндр; б) опустить в воду кусочек льда (здесь моделируется попадание в Мировой океан отколовшегося материкового льда) и измерить получившийся уровень воды.

Эксперимент 2: а) измерить уровень воды в мерном цилиндре, в которой уже плавает кусочек льда (моделирование льдов, плавающих на поверхности Северного Ледовитого океана); б) измерить уровень после того, как плавающий лед растает.

При этом обучающиеся могут предложить и другие идеи экспериментов. Еще лучше, если эти идеи и планы будут реализованы в виде реальных исследований.

Выполнение такого задания, особенно в формате реального исследования, предполагает использование целого набора метапредметных умений. Помимо уже названного сюда вовлечены следующие умения:

- самостоятельно выбирать способ решения учебной физической задачи (сравнение нескольких вариантов решения, выбор наиболее подходящего с учетом самостоятельно выделенных критериев);
- самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного наблюдения, опыта, исследования;
- прогнозировать возможное дальнейшее развитие физических процессов, а также выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах.

Почему при выполнении именно этого задания участвует такой, довольно широкий, набор метапредметных действий? Действительно, в задании никак не задан способ решения задачи. Сказано лишь, что эксперименты должны иметь модельный характер, а именно моделировать реальные природные процессы. Далее, должна быть выдвинута идея и план эксперимента, в соответствии с которым эксперимент реально выполняется. По результатам этого эксперимента, как и любого другого эксперимента или исследования, формулируются обобщения и выводы.

Перейдем к 9 классу. В качестве примеров используем задания, входящие в состав комплексного задания «Сесть на астероид» [1, 2].

Сесть на астероид

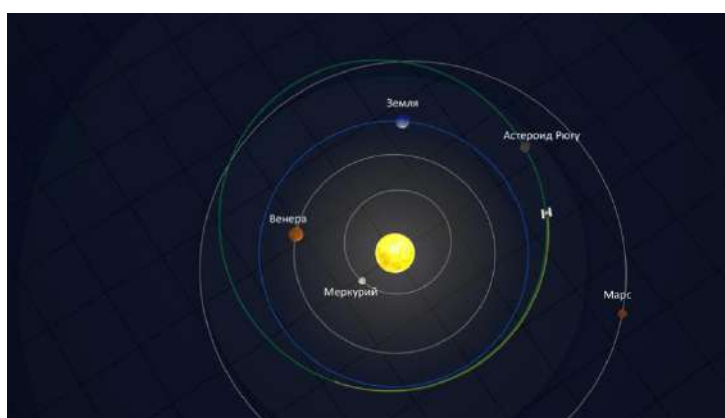
Задание

Воспользуйтесь текстом и рисунком, расположенными справа. Запишите свой ответ на вопрос.

КАК и КАКИЕ небесные тела, показанные на рисунке, могут влиять на траекторию движения космической станции к астероиду?

Запишите свой ответ.

Вообразите себя учеными или инженерами, отправляющими космическую станцию к астероиду. Как видно на рисунке, орбита Рюгу расположена между орбитами Марса и Земли, а в некоторых областях даже пересекает эти орбиты. При расчете траектории космической станции инженеры должны учитывать влияние небесных тел на движение космической станции.



Прежде чем выделить те метапредметные действия, которые потребуются для ответа на вопрос, попробуем реконструировать возможный ход рассуждения, ведущий к ответу. Вначале, по-видимому, надо проанализировать рисунок и задать себе вопрос: «О каком влиянии идет речь в поставленном вопросе?» Далее, основываясь на физических знаниях, мы «догадываемся», что речь идет о гравитации, и, делая следующий шаг, решаем для себя, что согласно закону всемирного тяготения наибольшее влияние на траекторию космической станции должно оказывать самое массивное тело. Самым массивным телом, в тысячи раз превосходящим по массе все остальные планеты, является в этой ситуации Солнце (здесь, конечно, используются соответствующие школьные знания). Однако и остальные небесные тела (планеты), показанные на рисунке, тоже будут оказывать гравитационное влияние на траекторию станции, хотя и значительно меньшее, чем Солнце. Таким образом, мы и пришли к ответу на вопрос. Кратко: «Небесные тела будут влиять на траекторию посредством сил

тяготения (гравитационно). К этим небесным телам относится в первую очередь Солнце и, хоть и в меньшей степени, другие планеты».

Теперь мы можем связать с шагами в рассуждении соответствующие метапредметные действия из таблицы 3.3.1.

Анализ рисунка предполагает действие «анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления».

Выбор именно гравитационного влияния – это действие «самостоятельно выбирать способ решения учебной физической задачи (сравнение нескольких вариантов решения, выбор наиболее подходящего с учетом самостоятельно выделенных критериев)».

Определение Солнца как главного фактора влияния и других планет как влияющих на траекторию, хоть и в меньшей степени, – это действие «выявлять причинно-следственные связи при изучении физических явлений и процессов; делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, выдвигать гипотезы о взаимосвязях физических величин».

Для выполнения следующего задания (см. ниже) нужно использовать тот же набор метапредметных действий. Отличие в том, что это задание более трудное, чем предыдущее задание. Поэтому и умения обучающихся (предметные + метапредметные), необходимые для успешного выполнения этих действий, а следовательно, для выполнения задания, должны быть сформированы на более высоком уровне.

| | |
|---|--|
| <p>Сесть на астероид <i>Задание</i></p> <p><i>Прочитайте текст, расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.</i></p> <p>Почему луноходом можно управлять с Земли в реальном времени, а роботом-вездеходом на астероиде Рюгу нет?</p> | <p>В сентябре 2018 года с борта аппарата «Хаябуса-2» на поверхность астероида Рюгу были спущены два робота-вездехода для проведения разнообразных исследований. Диаметр каждого робота 18 см, высота 7 см, весит робот около 1,1 кг. Роботы передвигаются по поверхности астероида с помощью оригинального «прыжкового механизма». Гравитация на поверхности астероида очень мала, поэтому если бы вездеходы передвигались на колесах или гусеницах, они бы взмывали вверх, только начав движение. Роботы-попрыгунчики передвигаются</p> |
|---|--|

Запишите свой ответ.

в автономном режиме, самостоятельно решая, куда направляться и какие исследования они могут провести.

В отличие от вездеходов на Луне (луноходов), ими невозможно управлять командами оператора, находящегося на Земле, в режиме реального времени.



Действительно, поначалу совершенно непонятно, где искать ответ на поставленный вопрос, т. е. нет никаких указаний на способ решения задачи, а значит, этот способ нужно выбрать *самостоятельно* (действие 1.5). Но правильно это сделать можно, только проанализировав данные о расстояниях от Земли до Луны и до астероида. Это можно сделать по рисунку из предыдущего задания (напомним: оба эти задания находятся в составе общего комплексного задания). Сюда же можно добавить данные о скорости света (управляющего сигнала), которая либо известна школьникам, либо «запрошена» в информационных источниках. Все это относится к действию 3.2. Наконец, сопоставление этих данных путем установления причинно-следственной связи должно привести к выводу о том, что до Луны сигнал дойдет почти мгновенно, тогда как для достижения астероида ему потребуется несколько минут, и это будет явно запоздалой информацией по отношению к текущей ситуации для вездехода. Это действие 1.4.

Отметим еще раз, что применительно к этому заданию все эти действия должны быть выполнены на весьма высоком уровне, но самое сложное, что все они могут быть «запущены» только в результате некоего инсайта.

3.4. Формирование коммуникативных универсальных учебных действий в образовательной области «Естественно-научные предметы»

Приемы организации коммуникативной деятельности обучающихся

Создание условий для реального освоения обучающимися умений свободно использовать информационные и коммуникативные ресурсы в различных ситуациях, близких к жизненным, – традиционная задача методик преподавания естественно-научных учебных дисциплин в основной школе. Это не ослабляет внимания учителя-предметника к научному содержанию и предметным умениям, но побуждает его ставить и задачи развития коммуникативных возможностей учеников при организации их деятельности.

При определении коммуникативных компонентов метапредметных результатов школьного естественно-научного образования необходимо учитывать, что многими учебными умениями обучающиеся уже должны обладать к тому моменту, когда они приступают к изучению этих дисциплин. Поэтому перед учителем-предметником стоит задача их развития и совершенствования.

Система коммуникативных универсальных учебных действий представлена в федеральной образовательной программе основного общего образования [29] в разделах федеральных рабочих программ по физике, химии и биологии и обеспечивает сформированность социальных навыков общения и совместной деятельности.

Например, в ФПР по химии регламентируется овладение коммуникативными универсальными учебными действиями, такими как:

«1) умения общения (письменной и устной коммуникации):

представлять полученные результаты познавательной деятельности в устных и письменных текстах; публично выступать с презентацией результатов выполнения химического эксперимента (исследовательской лабораторной или практической работы, учебного проекта); в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по обсуждаемой теме и высказывать идеи, формулировать свои предложения относительно выполнения предложенной задачи.

2) умения учебного сотрудничества (групповая коммуникация):

участвовать в групповых формах работы: планировать организацию совместной работы, определять свою роль, распределять задачи между членами группы; выполнять свою часть работы, координировать свои действия

с действиями других членов команды, определять критерии по оценке качества выполненной работы; решать возникающие проблемы на основе учета общих интересов и согласования позиций, участвовать в обсуждении, обмене мнениями, «мозговом штурме» и других формах взаимодействия» [33].

Коммуникативные умения учеников востребованы в курсах физики, химии и биологии, например, при выполнении экспериментальных работ, при организации сотрудничества в парах или малых группах, при проведении коллективных проектных и исследовательских работ, в различных формах внеурочной деятельности. Умения осуществлять письменную и устную коммуникацию применяются школьниками при подготовке письменного отчета о практической работе, устного сообщения, презентации в соответствии с поставленной целью в рамках предметного содержания.

На уроках естественно-научных дисциплин, как и во внеурочной работе, необходимы систематические усилия педагога, направленные на совершенствование комплекса учебных коммуникативных умений, на педагогическую коррекцию процесса овладения обучающимися этими умениями. Для облегчения разработки средств формирования, развития и диагностики учебных умений планируемые результаты обучения должны быть детализированы (табл. 3.4.1).

Таблица 3.4.1

Планируемые метапредметные результаты учебно-познавательной деятельности обучающихся на уроках химии, физики и биологии.

Коммуникативные УУД

| <i>Метапредметный результат обучения</i> | <i>Планируемый результат</i> | <i>Умения (критерии оценивания)</i> |
|--|----------------------------------|---|
| Коммуникативные умения | Письменная и устная коммуникация | Составлять устный или письменный текст в соответствии с поставленной целью. Выбирать тип и структуру текста, вид изложения в соответствии с целью коммуникации. Оформлять письменные работы в соответствии с принятыми нормами. |

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| | | <p>Готовить и проводить презентацию результатов своей работы.</p> <p>Задавать и отвечать на вопросы разного типа</p> |
| | <p>Групповая коммуникация</p> | <p>Осуществлять практическое взаимодействие в паре или в составе малой группы при выполнении экспериментов и групповых заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять цели, правила и регламент взаимодействия; • работать в паре или в малой группе на основе установленных правил, в рамках определенной роли участника; • учитывать разные мнения, согласовывать позиции участников взаимодействия. <p>Продуктивно участвовать в диалоге, дискуссии, диспуте, дебатах или других формах уроков:</p> <ul style="list-style-type: none"> • соблюдать установленный порядок обсуждения; • обосновывать свою позицию, приводить аргументы, доказательства; • слушать высказывания других участников, уважать их право иметь другие мнения; • задавать вопросы и уточнять позиции всех участников |

Развитие умений коммуникативной деятельности обучающихся может быть организовано не только в совместной учебной работе, но и при помощи заданий, которые имеют предметное содержание и одновременно требуют применения коммуникативных умений. Это могут быть задания:

- на учет позиции партнера;
- на организацию и осуществление сотрудничества;
- на передачу информации и отображение предметного содержания;
- тренинги коммуникативных навыков;
- ролевые игры.

Особенность таких заданий состоит в том, что результат выполнения части задания одним учеником служит стартовой информацией для другого обучающегося и наоборот. Одновременно каждый ученик может выполнять индивидуальное задание, что позволяет оценивать его предметные результаты.

Приведем примеры заданий и примерные образцы их выполнения, предложенные в пособии [8]:

1) *Задание для работы в паре.*

Даны вещества: калий и вода.

Инструкция к выполнению задания. Один из вас должен записать уравнение реакции между ними. Другой составляет новое уравнение реакции с участием одного (любого) из продуктов этой реакции.

При составлении уравнений реакций в качестве дополнительных реагентов используйте следующие вещества: HNO_3 , O_2 , Mg , NH_4NO_3 .

Далее поочередно выбирайте продукты предыдущей реакции для составления последующих уравнений реакций. Необходимо составить не менее пяти уравнений реакций.

Оценивание задания

Критерии оценивания: умение работать в паре, координировать свои действия с действиями партнера.

Наиболее лаконичный *примерный ответ* приведен в таблице 3.4.2.

Таблица 3.4.2

| Уравнения реакций, составленные | |
|--|---|
| обучающимся 1 | обучающимся 2 |
| $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2$ | $\text{KOH} + \text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |
| $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$ | $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| $\text{N}_2\text{O} + \text{Mg} = \text{MgO} + \text{N}_2$ | $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$ |

Для оценивания уровней сформированности умения взаимодействовать с партнером целесообразно использовать не только проверку предложенных решений, но и результаты наблюдений учителя или консультанта за процессом

выполнения заданий. Если обучающийся при выполнении заданий работает более продуктивно, чем обычно, это свидетельствует о сформированности умения работать в паре.

2) Задание для командной работы.

Дайте возможно более полную характеристику вещества состава HCl .

Инструкция к выполнению задания. Команды по очереди озвучивают утверждения. За каждое верное устное утверждение команда получает 1 балл. Если описываемое устно свойство вещества подтверждается записью уравнения реакции, то начисляются дополнительные баллы. В случае задержки ответа командой право ответа переходит к другой команде. Победителем считается команда, набравшая наибольшее количество баллов.

Оценивание задания

Критерии оценивания: умения работать в команде, слушать и слышать собеседника, строить речевое высказывание.

Содержание примерных ответов команд:

Из соединений хлора наибольшее значение имеют хлороводород и его водный раствор – соляная кислота. В промышленности хлороводород получают синтезом из простых веществ, а в лаборатории при нагревании хлорида натрия с концентрированной серной кислотой.

Соляная кислота обладает всеми типичными свойствами кислот: 1. Меняет окраску индикаторов. 2. Взаимодействует с металлами, стоящими в ряду напряжений до водорода. 3. Взаимодействует с основными и амфотерными оксидами. 4. Взаимодействует с основаниями. 5. Взаимодействует с солями, если при этом выпадает осадок или выделяется газ.

Качественная реакция на хлорид-ион – это реакция с раствором нитрата серебра.

Применение и физиологическое действие HCl .

Разнообразные примеры заданий для развития коммуникативных умений приведены в пособии [6].

Не менее важную роль в освоении школьниками коммуникативных универсальных учебных действий играет подготовка учебного проекта или проведения учебного исследования. Сформированность *умений учебного сотрудничества (групповая коммуникация)* оценивается на основе результатов наблюдений учителя за работой в группах. А *умения письменной и устной*

коммуникации можно оценить в процессе наблюдений экспертов за презентацией, при оценке письменной части проекта по установленным критериям [7, 8].

Совершенствование и развитие коммуникативных учебных умений школьников не должно выпадать из поля зрения учителя. Но необходимо также учитывать возможные риски (снижение активного времени обучения предмету за счет увеличения времени на диагностику, загруженность учителя, искажение результатов оценки и др.) и снижать их вероятность, прежде всего путем повышения профессионального мастерства учителя и четкого планирования педагогической деятельности.

3.5. Формирование регулятивных универсальных учебных действий в образовательной области «Естественно-научные предметы»

Регулятивные УУД – это важная часть индивидуального опыта, который обучающиеся приобретают в процессе обучения, они относятся к инструментальным ресурсам личности: их освоение рассматривается как вооружение обучающихся инструментом познания для решения новых проблем, возникающих в любых обстоятельствах жизни.

Умения решать учебные и исследовательские задачи не в теории, а в реальных ситуациях, возникающих в учебе и жизни современных школьников, наиболее успешно формируется и развивается в проектно-исследовательской деятельности. Именно в ходе реализации проекта или исследования обучающиеся приобретают способность действовать самостоятельно, инициативно и ответственно при решении учебных и практических задач, используя имеющиеся предметные знания в качестве средства для разрешения проблем. Эта способность может быть обнаружена только в ситуациях, требующих планирования и осуществления действий при отсутствии заранее известного способа достижения результата [7].

Система регулятивных УУД в рамках федеральных рабочих программ по каждому учебному предмету представлена в ФОП ООО.

Так, в ФРП по химии указано: «Овладение универсальными учебными регулятивными действиями включает развитие самоорганизации, самоконтроля, самокоррекции, в том числе:

умения решать учебные и исследовательские задачи: самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов

решения, выбирать наиболее подходящий с учетом самостоятельно выделенных критериев), планировать свою работу при решении учебной или исследовательской задачи; на основе полученных результатов формулировать обобщения и выводы, прогнозировать возможное развитие процессов; анализировать результаты: соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять самоконтроль деятельности; корректировать свою деятельность на основе самоанализа и самооценки» [33].

Значение регулятивных умений состоит в том, что овладение ими позволяет человеку достаточно быстро упорядочивать свои действия в любой ситуации, т. е. выстраивать план или определять последовательность действий в отношении любого объекта деятельности или ситуации, четко формулировать для себя цель и задачи. Система организационных умений составляет основу рациональной организации труда, учебной и любой другой деятельности человека.

Конкретизация регулятивных универсальных учебных действий в виде соответствующих умений, которые могут быть сформированы в урочной и внеурочной деятельности обучающихся, приведена в таблицах 3.5.1 и 3.5.2.

Таблица 3.5.1

Регулятивные УУД, формируемые на уроках химии, физики и биологии

| <i>Метапредметный результат обучения</i> | <i>Планируемый результат</i> | <i>Умения (критерии оценивания)</i> |
|--|--------------------------------|--|
| Умения решать учебные и исследовательские задачи | Решение познавательных проблем | Обосновывать мотивы и интересы своей познавательной деятельности. Определять и формулировать проблему. Определять цель и задачи, соответствующие решению проблемы. Выдвигать описательную или объяснительную гипотезу. Обосновывать гипотезу. Выбирать способы проверки гипотезы, в том числе альтернативные. |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Планировать и проектировать свою работу.</p> <p>Осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач.</p> <p>Анализировать результаты, делать выводы, устанавливать следствия и закономерности.</p> <p>Проводить самоанализ результатов и хода работы: соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять самоконтроль своей деятельности в процессе достижения результата.</p> <p>Осуществлять самооценку выполнения задачи и собственных возможностей ее решения.</p> <p>Корректировать свои действия на основе самоанализа и самооценки достигнутых результатов</p> |
|--|--|---|

Для полноценного освоения общеучебных умений и соответствующих им УУД не в теории, а в реальных ситуациях большое значение имеет участие школьников в проектной и исследовательской деятельности.

Таблица 3.5.2

Регулятивные УУД, формируемые в проектно-исследовательской деятельности обучающихся

| <i>Метапредметный результат</i> | <i>Планируемый результат</i> | <i>Умения (критерии оценивания)</i> |
|--|-----------------------------------|--|
| Умения решать учебные и исследовательские задачи | Решение проблем в любых ситуациях | <p>Определять существование проблемы.</p> <p>Формулировать цели, задачи, гипотезу (в случае проведения исследования) для решения проблемы.</p> <p>Планировать деятельность, ресурсы, необходимые для работы.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Планировать использование продукта (в случае работы над проектом).</p> <p>Выбирать самый эффективный способ достижения цели.</p> <p>Проводить эмпирическую проверку гипотезы (в случае проведения исследования).</p> <p>Проводить самооценку и самоконтроль хода работы.</p> <p>Осуществлять самооценку достижения цели в проекте или исследовании.</p> <p>Корректировать свою деятельность.</p> <p>Осуществлять оценивание продукта (в случае работы над проектом).</p> <p>Интерпретировать результаты, анализировать их и делать выводы</p> |
|--|--|--|

Для решения задач сформировать регулятивные универсальные учебные действия и тем более оценить степень их освоения по результатам проделанной работы учителю необходимо четко разграничивать цели осуществления проектно-исследовательской деятельности: *цель обучающегося* – решение своей проблемы, изменение исходной ситуации при помощи созданного продукта; *цель педагога* – изменение самого обучающегося, формирование УУД, новых умений и новых способностей подростка [7].

Часто возникает ситуация, когда внимание учителя-руководителя проекта концентрируется на итоговой составляющей процесса проектирования или исследования – подготовке презентации. Все усилия учитель тратит на «достойное» представление работы ученика (и своей), оставляя без должного внимания другие необходимые этапы проектной деятельности. Это снижает развивающий потенциал творческой деятельности и превращает ее в гонку за призовыми местами в каком-либо конкурсе. Проектно-исследовательская деятельность при этом свертывается, этапы работы присутствуют в усеченном виде. Такая ситуация не приводит к возникновению необходимых возрастных

новообразований – ответственности, инициативности, самостоятельности в решении возникающих в жизни проблем.

Чтобы проектно-исследовательская деятельность подростка сохраняла свою развивающую и образовательную направленность на достижение планируемых результатов, необходимо прохождение всех этапов проектирования или учебного исследования, обеспечивающих формирование и развитие учебных умений и способов деятельности, с учетом реальных условий.

Этапы работы над проектом или исследованием:

- анализ ситуации;
- выделение проблемы, выдвижение гипотезы;
- формулирование цели, определение задач;
- планирование этапов работы, времени, ресурсов, методов, продукта;
- реальное получение продукта; проведение исследования на практике;
- самоконтроль, самооценка, коррекция;
- оформление результатов, выводов,
- презентация продукта или результатов исследования;
- оценка по установленным критериям.

Каждый этап требует определенных умений. Выполняя последовательно каждый шаг проектирования, обучающийся приобретает и развивает организационные умения целеполагания, планирования, рефлексии; совершенствует и другие учебные умения, что приводит к формированию и развитию регулятивных и коммуникативных УУД. Это открывает возможность достижения запланированных метапредметных результатов. Обучающиеся осваивают и применяют названные умения в реальных жизненных ситуациях, в условиях самостоятельного нахождения эффективного способа получения продукта [6].

Для разрешения своей проблемы подросток учится использовать на практике освоенный комплекс предметных знаний и универсальных учебных действий. Таким образом, работа над проектом, в ходе которой формируется опыт применения этих умений для решения реальных проблем, не может быть равноценно заменена другими видами учебной деятельности.

Учебное исследование в области естественных наук имеет свои особенности. Исследовательская деятельность обучающихся направлена как на получение субъективно новых знаний, так и на обогащение их личного опыта. Этот вид деятельности основывается на *научном методе познания*, который является ориентировочной основой самостоятельных регулятивных действий ученика по решению конкретной проблемы.

В школьной учебной проектно-исследовательской работе обучающиеся осваивают:

- приемы познавательной исследовательской деятельности – умения формулировать гипотезы, проверять гипотезы при помощи наблюдений, измерений, экспериментов, моделирования;
- приемы самоорганизации и самоконтроля – умения выбирать способ решения задачи, планировать свою работу; прогнозировать возможное развитие процессов; анализировать результаты, формулировать обобщения и выводы, осуществлять самоконтроль деятельности;
- приемы самокоррекции – умения соотносить свои действия с планируемыми результатами, корректировать свою деятельность на основе самоанализа и самооценки.

Таким образом, в учебном проектировании или исследовании формируется широкий круг специфических регулятивных и исследовательских умений, входящих в систему метапредметных результатов освоения образовательной программы.

Перечень различных умений, которые должен продемонстрировать обучающийся в ходе работы над проектом или при проведении учебного исследования, представляет собой систему критериев оценивания уровней достижения метапредметных результатов обучения в проектно-исследовательской деятельности. Эти умения диагностируются и оцениваются посредством специального инструментария: рабочих листов в Дневнике (портфолио) проекта ученика, листов наблюдений или оценочных листов в Журнале руководителя проекта или исследования, которые могут быть использованы не только для диагностики результатов обучения, но также в целях формирования и совершенствования умений [7, 8].

Таблица 3.5.3

Система средств формирования и оценки достижения метапредметных результатов внеурочной проектно-исследовательской деятельности обучающихся

| <i>Средство</i> | <i>Способ использования</i> |
|--|--|
| Дневник проектной или исследовательской деятельности обучающегося (тетрадь, портфолио и т. п.) | Заполнение обучающимся рабочих листов, отражающих его действия во время работы над проектом. Оценивание учителем результатов работы ученика по установленным критериям |
| Оценочные листы, таблицы, протоколы наблюдений и т. п. в Журнале руководителя проекта или исследования | Оценивание результатов работы обучающегося по наблюдениям учителя на основе принятых критериев с учетом степени самостоятельности, участия в работе группы, соблюдения правил работы, проведения презентации и ответов на вопросы, соответствия выбранных методов цели и т. п. |

Продукт проекта или результат исследования, полученный обучающимся, не является объектом оценки, поскольку его качество очень опосредованно указывает на уровень сформированности универсальных учебных действий обучающегося в целом. Вместе с тем сам факт получения обучающимся продукта или результата обязателен для осуществления оценки. Проводить оценку на основании наблюдений за деятельностью обучающегося, которую он осуществляет индивидуально или в группе, необходимо с момента начала работы, но другие объекты могут быть оценены лишь после получения продукта, поэтому получение продукта или результата исследования свидетельствует о том, что проект состоялся, а значит, деятельность обучающегося может быть оценена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижение метапредметных результатов является общей задачей для всех учебных предметов. При этом каждый из предметов вносит свой специфический вклад в решение этой задачи. При изучении физики, химии и биологии особенно эффективно происходит формирование прежде всего универсальных познавательных учебных действий, поскольку исследовательская деятельность, выявление причинно-следственных связей, логические действия, использование вопросов как инструмента познания составляют самую суть естественных наук, представление о которых должны давать естественно-научные школьные предметы.

В данном пособии были рассмотрены лишь некоторые аспекты проблемы достижения метапредметных результатов при изучении основ естественных наук в школе. Сюда можно отнести выделение ряда межпредметных понятий, универсальную значимость которых для всех естественно-научных предметов необходимо подчеркивать и обсуждать на уроках. В пособии также охарактеризованы виды деятельности обучающихся, обеспечивающие формирование универсальных познавательных учебных действий и достижение соответствующих метапредметных результатов. При этом устанавливается тесная связь большой группы познавательных умений с компетенциями функциональной естественно-научной грамотности и возможность использования заданий по естественно-научной грамотности для формирования и оценки достижения метапредметных результатов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Возможности достижения метапредметных результатов обучения на внеурочных занятиях

Формирование и развитие универсальных учебных действий и межпредметных понятий осуществляется средствами всех естественно-научных учебных предметов в ходе урочной и внеурочной деятельности обучающихся. Часто именно на внеурочных занятиях создаются условия для формирования универсальных учебных действий и естественно-научной грамотности школьников в деятельности, осуществляемой в формах, отличных от урочных. На внеурочных занятиях могут быть реализованы возможности для межпредметного взаимодействия, для усиления экологической составляющей естественно-научного образования, для формирования компетенций естественно-научной грамотности и даже для измерения достигнутых результатов. Для оценивания уровней освоения умений и компетенций обучающихся можно применять самые разнообразные процедуры, методы и приемы. На внеурочных занятиях у учителя появляются новые возможности для применения форм работы, которые предусматривают активность и самостоятельность обучающихся, сочетание индивидуальной и групповой работы, проектную и исследовательскую деятельность, деловые игры и т. п.

Основным инструментом формирования, а соответственно, и диагностики метапредметных результатов являются задания, включающие применение умений, соответствующих определенным УУД. Учитель может использовать на занятиях задания, рассматривающие проблемные ситуации, в которых становится необходимым применение универсальных учебных действий. Решение инновационных комплексных заданий, как правило, включает применение знаний в незнакомой ситуации, поиска новых решений или способов действий, т. е. требует творческой активности. Комплексное задание включает в себя описание реальной ситуации, представленное, как правило, в проблемном ключе, и ряд вопросов-заданий (обычно 5–6), относящихся к этой ситуации. Обучающиеся должны выполнить задания, используя знания по естественно-научным предметам в комплексе. Их последовательное выполнение способствует тому, что, переходя от вопроса к вопросу, ученики погружаются в описанную ситуацию и приобретают как новые знания, так и новые

умения. Такой подход позволяет обучающимся сосредоточиться в рамках предложенной темы (ситуации) и мобилизовать имеющийся запас предметных и метапредметных знаний и умений, а также свой личный жизненный опыт.

Примеры использования комплексных заданий на уроках и внеурочных занятиях по химии, физике и биологии приведены в источниках, указанных в перечне образовательных ресурсов данного пособия [2, 35].

Решение комплексных заданий может стать основой для проведения мини-исследований на внеурочных занятиях. Для предотвращения формального применения знаний необходимо обеспечивать ученикам возможность не только услышать или прочитать об изучаемых явлениях, но и наглядно увидеть их, осознать учебную проблему и сделать предположение о ее решении, проверить его в эксперименте. Такую возможность необходимо предусмотреть при отборе заданий для самостоятельной работы подростков на внеурочных занятиях.

Рассмотрим в качестве примера использование комплексного задания на внеурочном занятии межпредметного содержания для развития и совершенствования УУД, входящих в состав как метапредметных результатов, так и компетенций ЕНГ обучающихся.

Внеурочное межпредметное занятие «Вода – самое необыкновенное вещество в мире»

Цель внеурочного занятия: формирование функционально грамотной личности; совершенствование умений, составляющих результаты освоения ФОП ООО; формирование естественно-научной грамотности, ценностного отношения к естественно-научным знаниям, к природе, к здоровью человека; расширение возможностей экологического образования подростков.

Планируемые результаты: внеурочное занятие направлено на достижение обучающимися следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов:

личностные результаты

- осознание необходимости отношения к природе как источнику жизни на Земле, основе ее существования;

- повышение уровня экологической культуры: приобретение опыта планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;
- способность применять знания, получаемые при изучении химии и других естественных наук, для решения задач, связанных с окружающей средой и повседневной жизнью;

метапредметные результаты:

- усвоение междисциплинарных (*межпредметных*) понятий, отражающих материальное единство мира и процесс познания;
- способность обучающихся использовать на практике универсальные учебные действия, составляющие умение учиться;
- умения использовать приемы логического мышления при освоении знаний: анализировать, сравнивать, обобщать, устанавливать причинно-следственные связи между объектами; строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии); предлагать критерии и выявлять общие закономерности и противоречия в изучаемых процессах и явлениях; делать выводы и заключения;
- умения использовать поставленные вопросы в качестве инструмента познания и самостоятельно ставить вопросы; анализировать факты, выявлять и формулировать проблему, определять цель и задачи, соответствующие решению проблемы; предлагать описательную или объяснительную гипотезу и осуществлять ее проверку;
- умения проводить моделирование, наблюдения и эксперименты (реальные и мысленные), самостоятельно прогнозировать результаты, формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного опыта, исследования, составлять отчет о проделанной работе;
- умения ориентироваться в различных источниках информации; анализировать информацию и критически оценивать ее достоверность и непротиворечивость, отбирать и интерпретировать информацию, значимую для решения учебной задачи;
- представлять полученные результаты познавательной деятельности в устных и письменных текстах; публично выступать с презентацией результатов выполнения заданий и химических экспериментов;

- участвовать в групповых и индивидуальных формах работы: планировать организацию совместной работы, определять свою роль, распределять задачи между членами группы; выполнять свою часть работы, координировать свои действия с действиями других членов команды, определять критерии по оценке качества выполненной работы;
- решать возникающие проблемы на основе учета общих интересов и согласования позиций, участвовать в обсуждении, обмене мнениями, «мозговом штурме» и других формах взаимодействия;
- самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учетом самостоятельно выделенных критериев), планировать свою работу при решении учебной или исследовательской задачи;
- на основе полученных результатов формулировать обобщения и выводы, прогнозировать возможное развитие процессов; анализировать результаты: соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять самоконтроль деятельности; корректировать свою деятельность на основе самоанализа и самооценки;

предметные результаты отражают специфику содержания предметной области. Занятия внеурочной деятельности вносят вклад в достижение следующих предметных результатов по предметной области «Естественно-научные предметы»:

- умение объяснять процессы и свойства веществ, в том числе в контексте ситуаций практико-ориентированного характера;
- умение проводить учебные эксперименты в сфере естественных наук, в том числе понимать задачи эксперимента, применять методы исследования, соответствующие поставленной цели, осуществлять в соответствии с планом собственную деятельность и совместную деятельность в группе;
- умение применять простые модели для объяснения физических, химических, биологических процессов и явлений;
- умение характеризовать и прогнозировать свойства веществ в зависимости от их состава и строения, влияние веществ и химических процессов на организм человека и окружающую природную среду.

Основные виды деятельности на занятии:

познавательная деятельность:

- применение естественно-научных знаний для объяснения явлений;
- использование и создание объяснительных моделей;
- формулирование цели и проблемы деятельности;
- выдвижение объяснительных гипотез и предложение способов их проверки;
- анализ, интерпретация данных и получение соответствующих выводов;

практическая деятельность:

- проведение экспериментов;
- соблюдение правил безопасной работы в лаборатории, а также правил обращения с веществами в соответствии с инструкциями;

коммуникативная деятельность:

- сотрудничество в совместной работе в паре или группе.

Формы обучения: внеурочное занятие, включающее работу в парах или малых группах, групповое и общеклассное обсуждение проблем, презентацию результатов работы.

Оборудование: компьютер с подключением к сети Интернет, электронная доска, оборудование для проведения опытов.

Проведение внеурочного занятия по этой теме позволяет подробнее остановиться на практически важных вопросах и познакомить обучающихся с некоторыми свойствами воды, с проявлениями которых они встречались в жизни. На внеурочном занятии можно предложить школьникам интерактивное комплексное задание в электронном виде или на бумажном носителе. Комплексное задание представлено практико-ориентированными вопросами, обсуждение которых расширяет социальный опыт обучающихся. Выполнение отдельных заданий сопровождается проведением химических опытов, моделирующих рассматриваемые процессы.

Задание может быть использовано для проведения занятия целиком или частично, в виде отдельных вопросов. Вопросы, связанные с экспериментом, желательно сопровождать ученическими опытами. Выполнение заданий

обучающимися возможно в парах с обсуждением выбора ответов или в малых группах (3–4 человека). По окончании работы желательно предоставить отдельным ученикам или группам возможность презентовать свои результаты всему классу.

Комплексное межпредметное задание
«Вода – самое необыкновенное вещество в мире»

Вода H_2O обладает свойствами, не похожими на свойства других водородных соединений неметаллов: высокие температуры плавления и кипения; высокая теплоемкость, плотность твердого состояния меньше плотности жидкости; большое поверхностное натяжение, увеличение объема на 10% при замерзании и др. Закономерности изменения некоторых характеристик воды приведены на рисунках 1 и 2.

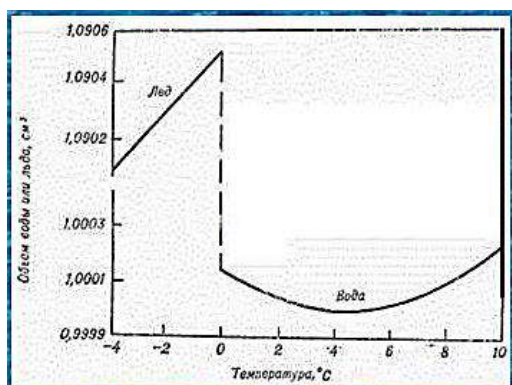


Рис. 1. Зависимость объема воды от температуры

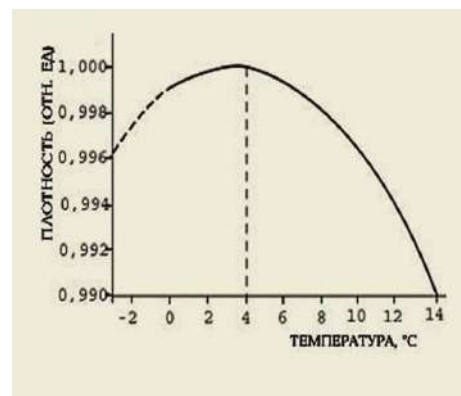
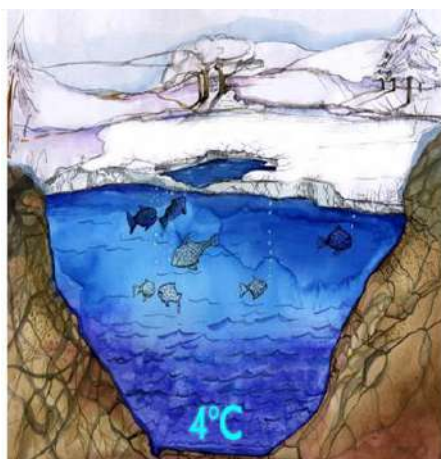


Рис. 2. Зависимость плотности от температуры

Задание 1.



Зимой даже в морозы природные водоемы не промерзают полностью. Под слоем льда вода имеет температуру, равную $+4^{\circ}C$. Этим обеспечиваются условия, пригодные для жизни живых организмов. Это природное явление объясняется аномальными изменениями свойств воды (см. рис. 1 и 2).

Почему в мороз природные водоемы не промерзают до дна?

Проанализируйте закономерности на графиках и выберите из списка причины этого природного явления:

- Вода замерзает на границе с воздухом, так как ее температура плавления $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Лед покрывает всю площадь водоема из-за поверхностного натяжения воды.
- Плотность льда меньше плотности воды, поэтому образующийся лед находится на поверхности.
- Объем льда больше, чем объем воды такой же массы.
- Плотность воды при $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ имеет наибольшее значение, поэтому такая температура сохраняется у дна водоема.

Задание 2.



Вода может разрушать горные породы. Она не только растворяет вещества, но может и раскалывать камни и скалы. Попадание воды в трещины приводит к такому результату.

Какое свойство воды объясняет разрушение горных пород?

Проанализируйте закономерности на графиках (рис. 1 и 2) и запишите, какое это свойство воды.

Задание 3.

Для жизни в водоемах очень важно содержание в воде растворенного кислорода (рис. 3). Минимальная концентрация растворенного в воде кислорода, которая необходима для поддержания жизни в воде, зависит от вида живых существ. Так, многие рыбы не могут существовать, если концентрация кислорода меньше 4 мг/л .

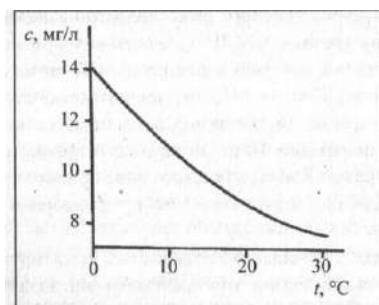


Рис. 3. Зависимость концентрации (с) растворенного в воде кислорода от температуры воды

Почему в морях и океанах, расположенных вблизи экватора, разнообразие рыб значительно меньше, чем в более северных широтах?

На основе данных, приведенных на графике (рис. 3), запишите объяснение этого факта.

Задание 4.

Оцените правильность приведенных утверждений.

Утверждение А:

Если на природном водоеме живут водоплавающие птицы, то он содержит чистую воду. В нем можно купаться и брать необработанную воду для умывания и мытья овощей и фруктов на пикнике или на рыбалке.

Утверждение Б:

Если водохранилище используется как место для отдыха и купания, то оно в то же время может быть источником питьевой воды для населенных пунктов.

Выберите верный ответ:

- А и Б – правильные
- А – правильное, Б – неправильное
- А – неправильное, Б – правильное
- А и Б – оба неправильные.



Задание 5.

Обучающиеся 8-го класса получили домашнее задание: экспериментально определить растворимость в воде сахара.

Саша выполнил опыты следующим образом: взял три стакана, налил в них 50 мл воды. В первый стакан – холодную воду из-под крана, во второй – воду комнатной температуры, а в третий – кипящую воду из чайника. В каждый стакан он насыпал по чайной ложке сахара (5 г) и перемешал содержимое. Записал результат.



Оля провела эксперимент по-другому: взяла три стакана и налила в каждый по 50 мл воды той же температуры, что и Саша. Но в первый стакан насыпала 1 чайную ложку сахара, во второй – две ложки, а в третий – три чайные ложки сахара. Размешала и записала результат.

Кто из ребят правильно определил растворимость сахара в воде при различной температуре?

Выберите верный ответ:

- Саша
- Оля
- Оба провели опыт правильно
- Оба провели опыт неправильно

Задание 6.

Прочитайте условие задания 5 еще раз.

Как надо провести опыт для получения верного результата?

Запиши, какой план ты бы предложил для определения зависимости растворимости сахара от температуры.

Рекомендации по оцениванию выполнения комплексного задания

| <i>Задание</i> | <i>Объект оценки</i> | <i>Действия обучающегося (элементы ответа)</i> | <i>Баллы</i> |
|----------------|---|---|--------------|
| 1 | <i>Логические умения: умение устанавливать причинно- следственные связи</i> | Выбрал ответы: | 2 |
| | | <input type="checkbox"/> Плотность льда меньше плотности воды, поэтому образующийся лед находится на поверхности. | |
| | | <input type="checkbox"/> Плотность воды при +4 °С имеет наибольшее значение, поэтому такая температура сохраняется у дна водоема. | |
| | | Записал только один ответ. | 1 |
| | | Другие ответы | 0 |
| 2 | <i>Логические умения: умение преобразовывать модельные представления</i> | Записал ответ: | 1 |
| | | При замерзании вода увеличивает свой объем. | |
| | | Другие ответы | 0 |

| | | | |
|---|---|--|---|
| 3 | <i>Приемы работы с информацией:</i> умение интерпретировать информацию, значимую для решения учебной задачи | Записал объяснение: В экваториальных морях вода нагревается, содержание кислорода падает, уменьшается видовое разнообразие рыб. | 2 |
| | | Дал неполный ответ: например, вода имеет температуру выше 30 °С. | 1 |
| | | Другие ответы | 0 |
| 4 | <i>Приемы работы с информацией:</i> умение анализировать информацию и критически оценивать ее достоверность и непротиворечивость | Выбрал ответ: <input type="checkbox"/> А и Б – оба неправильные. | 1 |
| | | Другие ответы | 0 |
| 5 | <i>Исследовательские умения:</i> умения проведения эксперимента | Выбрал ответ: <input type="checkbox"/> Оба провели опыт неправильно. | 1 |
| | | Другие ответы | 0 |
| 6 | <i>Регулятивные умения:</i> умение планировать свою работу при решении учебной или исследовательской задачи | Записал возможный план эксперимента: 1) Определить растворимость вещества в 50 мл холодной воды, добавляя сахар до полного растворения; записать температуру воды и количество сахара (добавлять сахар по ½ чайной ложки). 2) Нагреть раствор до комнатной температуры (25 °С) и продолжить растворять в нем сахар, добавляя | 2 |

| | | | |
|---------|--|---|----------------------------|
| | | <p>по 1/2 чайной ложки до образования осадка. Определить растворимость при данной температуре.</p> <p>3) Этот же раствор нагреть до кипения и добавить еще порции сахара до завершения процесса растворения. Определить растворимость сахара при 100 °С.</p> | |
| | | Дал неполный ответ. Допустил 1–2 ошибки. | 1 |
| | | Другие ответы. В ответе больше 2 ошибок | 0 |
| 2, 3, 6 | <i>Коммуникативные умения:</i> умение представлять результаты познавательной деятельности в виде письменного текста | <p>Записан текст ответа, логично и понятно, в соответствии с требованиями.</p> <p>Записан текст объяснения, логично и понятно, в соответствии с требованиями.</p> <p>Записан текст плана эксперимента, логично и последовательно, в соответствии с требованиями</p> | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |

Таблицы для оценивания заданий можно вывести на интерактивную доску. После обсуждения результатов учитель вместе с обучающимися определяет количество набранных каждой группой баллов.

Приложение 2. Пример организации учебно-исследовательской деятельности как средства достижения метапредметных результатов

Учебно-исследовательская деятельность школьников занимает сегодня важное место как в урочной, так и во внеурочной работе. Она способствует достижению не только предметных, но метапредметных и личностных результатов освоения образовательных программ. Исследовательская деятельность сплачивает обучающихся, развивает коммуникабельность, желание помочь другим, умение работать в команде и ответственность за совместную работу.

Учебно-исследовательская деятельность (метод учебного исследования, исследовательский метод) – это процесс самостоятельного познания обучающимися окружающего материального мира посредством изучения его объектов, процессов и явлений на основе использования в образовательном процессе логики, этапов и методов научного исследования. При этом в качестве содержания образования выступают не только сами предметные знания, но и способы исследовательской деятельности, владение которыми относят к метапредметным результатам познавательной деятельности. Учебное исследование включает в себя следующие элементы:

- определение предмета исследования, постановку проблемы;
- формулирование гипотезы;
- определение цели и задач исследования;
- выявление и систематизацию подходов к решению проблемы;
- выбор методов исследования;
- планирование исследования;
- реализацию методики или плана исследования;
- анализ и обобщение полученных данных;
- подготовку и защиту итогового продукта в виде отчета, доклада, проекта.

Подчеркнем, что в процессе выполнения учебного исследования ученик «открывает» то, что уже хорошо в науке известно. Но, проходя исследовательский путь в процессе решения сформулированной проблемы, он обретает лично субъективные новые знания, комплекс базовых исследовательских умений.

Например, обучающимся 6 класса можно предложить внеурочно выполнить исследовательскую практическую работу «Выяснение условий прорастания семян». Для этого лучше использовать крупные семена фасоли обыкновенной. Предварительные наблюдения над семенами показывают, что прорастают они только при определенных условиях. Школьники должны сформулировать проблему: «Каковы условия прорастания семян фасоли?». Далее выдвигается гипотеза, что такими условиями служат свет, воздух, вода, плюсовая температура и почва (познавательное универсальное учебное действие из ФРП: формировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других, аргументировать свою позицию, мнение). Затем проводится биологический эксперимент. Семена по 7 штук помещают в четыре одинаковые горшка, условия в которых будут отличаться только по одному параметру (рис. 1). В шестом горшке закладывается контрольный опыт (познавательное универсальное учебное действие из ФРП: проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный биологический эксперимент, небольшое исследование по установлению особенностей биологического объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей биологических объектов между собой).

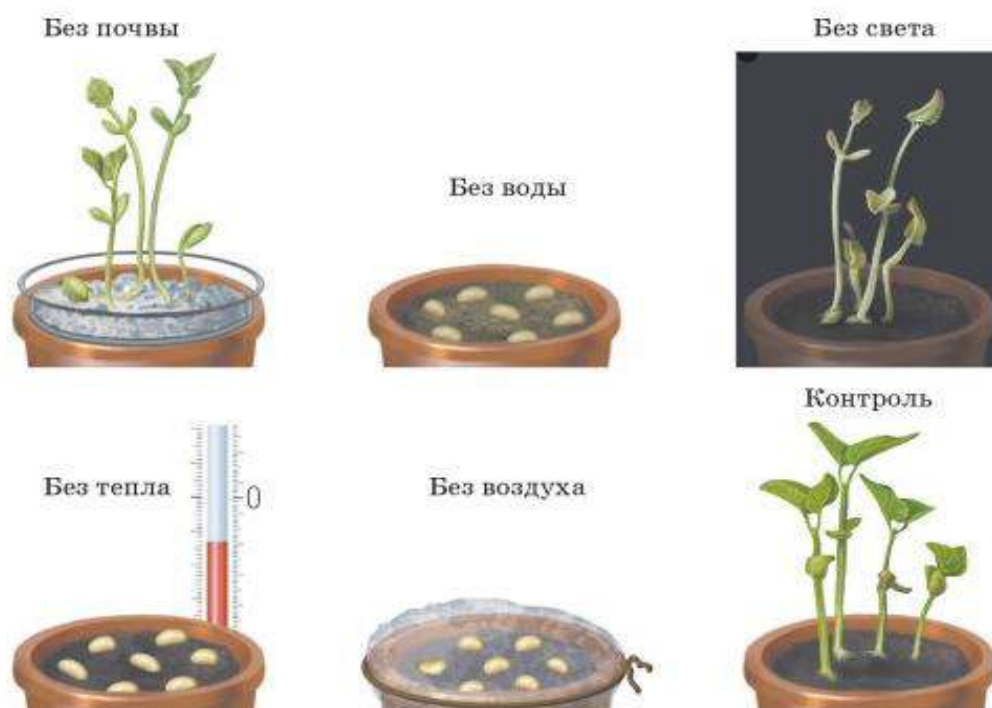


Рис. 1. Эксперимент по выяснению условий прорастания семян фасоли обыкновенной

Школьники наблюдают за происходящими изменениями и заносят данные в таблицу 1. Проанализировав полученные результаты, обучающиеся приходят к выводу, что свет и почва не являются необходимыми условиями для прорастания семян фасоли. Таковыми будут воздух, вода и тепло (познавательное универсальное учебное действие из ФРП: самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного наблюдения, опыта, исследования). Выдвинутая гипотеза в целом подтверждена, т. е. принимается, но нуждается в изменении.

Таблица 1

Результаты эксперимента по выяснению условий прорастания семян фасоли обыкновенной

| <i>№ горшка</i> | <i>Число семян</i> | <i>Условия опыта</i> | | | | | <i>Наблюдаемые изменения</i> |
|-----------------|--------------------|----------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|------------------------------|
| | | <i>Вода</i> | <i>Тепло</i> | <i>Воздух</i> | <i>Свет</i> | <i>Почва</i> | |
| 1 | 7 | Есть | Есть | Есть | Есть | Нет | Проростки появились |
| 2 | 7 | Нет | Есть | Есть | Есть | Есть | Проростков нет |
| 3 | 7 | Есть | Есть | Есть | Нет | Есть | Проростки появились |
| 4 | 7 | Есть | Нет | Есть | Есть | Есть | Проростков нет |
| 5 | 7 | Есть | Есть | Нет | Есть | Есть | Проростки появились |
| 6 контроль | 7 | Есть | Есть | Есть | Есть | Есть | Проростки появились |

Далее для обобщения полученных эмпирических данных обучающимся необходимо сравнить условия прорастания семян разных видов растений (познавательное универсальное учебное действие из ФРП: прогнозировать возможное дальнейшее развитие биологических процессов и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, а также выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах). Экспериментально выясняется, что семенам для прорастания необходима разная температура. Например, семена

клевера прорастают при температуре +1 °С, а семена огурцов – при температуре выше +12 °С. Таким образом, температура для прорастания семенам разных видов растений нужна разная. Еще одним необходимым условием, кроме вышперечисленных, является наличие в семенах живого зародыша, т. к. если он мертв, семена не прорастут. Последний фактор прорастания семян не следует сразу сообщать школьникам в готовом виде. Можно предложить его в виде познавательной задачи: «Все условия, необходимые для прорастания семян, в контроле биологического эксперимента были соблюдены, но некоторые семена все же не проросли. С чем это связано?»

Вопросы и задания для обучающихся:

1. С какой целью формулируется проблема биологического исследования?
2. Для чего проводятся биологические эксперименты?
3. Что такое научная гипотеза?
4. Почему в биологическом эксперименте, кроме опытов, должен быть обязательно контроль?
5. Можно ли результаты практической исследовательской деятельности по биологии применять в повседневной жизни? Приведите примеры.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Естественно-научная грамотность: сборник эталонных заданий. Выпуск 2: учебное пособие для общеобразовательных организаций / Г. С. Ковалева, А. Ю. Пентин, Н. А. Заграничная и др.; под ред. Г. С. Ковалевой, А. Ю. Пентина. – М.; СПб. : Просвещение, 2021. – 143 с.

2. Естественно-научная грамотность / Сетевой комплекс информационного взаимодействия субъектов Российской Федерации в проекте «Мониторинг формирования функциональной грамотности». Институт стратегии развития образования. URL: <http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/estestvennonauchnaya-gramotnost/>

3. Заграничная Н.А. Обновление содержания школьного естественно-научного образования: проблемы и перспективы / Н. А. Заграничная // Журнал «Педагогика» («Советская педагогика»): 80 лет служения отечественному образованию: материалы Международной научно-практической конференции. Часть 1. – М.: Педагогика, 2017. – 284 с. – С. 47–52.

4. Заграничная Н. А., Нурахметов Н. Н. Химия: Рабочая тетрадь. Учебное пособие для 8 классов общеобразовательных школ / Н. А. Заграничная, Н. Н. Нурахметов. – 3-е изд., перераб., доп. – Алматы: «Мектеп», 2012. – 144 с.

5. Заграничная Н. А. Химия (углубленный уровень). Реализация ФГОС основного общего образования. Методическое пособие для учителя / Н. А. Заграничная. – М.: ФГБНУ «Институт стратегии развития образования РАО», 2022. – 97 с.

6. Заграничная Н. А., Добротина И. Г. Проектная деятельность в школе: учимся работать индивидуально и в команде / Н. А. Заграничная, И. Г. Добротина. – М.: Интеллект-центр, 2013.

7. Заграничная Н. А., Журин А. А. Химия: метапредметные результаты обучения: 8–11 классы (Мастерская учителя химии): Методическое пособие / Н. А. Заграничная, А. А. Журин. – М.: ВАКО, 2014. – 208 с.

8. Заграничная Н. А., Миренкова Е. В. Диагностика метапредметных результатов при обучении химии в основной школе: пособие для учителя / Н. А. Заграничная, Е. В. Миренкова. – М.: Русское слово, 2020. – 240 с.

9. Зверев И. Д. Интеграция и интегрированный предмет / И. Д. Зверев // Биология в школе. – 1991. – № 5. – С. 46–48.

10. Концепция преподавания учебного предмета «Биология» в общеобразовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные образовательные программы (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию, протокол от 29.04.2022 № 2/22).

11. Кузнецова Н. Е., Гаркунов В. П. и др. Методика преподавания химии: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по хим. и биол. спец. / Н. Е. Кузнецова, В. П. Гаркунов [и др.]. – М.: Просвещение, 1984. – 415 с.

12. Метапредметные результаты. Стандартизированные материалы для промежуточной аттестации. 8 класс: пособие для учителя / Г. С. Ковалева, Э. М. Амбарцумова, Н. Н. Богданова [и др.]. – М.; СПб., 2017.

13. Метапредметные результаты. 9 класс. Стандартизированные материалы для оценки читательской грамотности. Варианты 1–4: пособие для учителя. – М.; СПб., 2018.

14. Методические рекомендации по формированию естественно-научной грамотности обучающихся 5–9-х классов с использованием открытого банка заданий на цифровой платформе. – URL: <http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/estestvennonauchnaya-gramotnost/index.php>

15. Изучение физики на основе научного метода познания. 7 класс: методическое пособие / Г. Г. Никифоров, А. Ю. Пентин, Г. М. Попова; под ред. А. Ю. Пентина. – М.: Дрофа, 2019.

16. Новошинский И. И., Новошинская Н. С. Экспериментальная химия. Решение экспериментальных задач по неорганической химии: курс по выбору: учебное пособие для 8–11 классов общеобразовательных организаций / И. И. Новошинский, Н. С. Новошинская. – М.: Русское слово, 2018. – 176 с.

17. Перминова Л. М. Формирование общеучебных умений и навыков у учащихся в условиях реализации школьных образовательных стандартов: учебно-методическое пособие / Л. М. Перминова. – МИОО, СПбАППО, 2012. – 114 с.

18. Паршутина Л. А., Самойленко П. И. Содержание естественно-научного образования как основа формирования метапредметных результатов: научно-методическое пособие / Л. А. Паршутина, П. И. Самойленко. – М.: АПКиППРО, 2016. – 120 с.

19. Пентин А. Ю., Заграничная Н. А., Паршутина Л. А. Диагностика естественнонаучной грамотности учащихся с использованием комплексных межпредметных заданий / А. Ю. Пентин, Н. А. Заграничная, Л. А. Паршутина // Педагогический журнал Башкортостана. – 2017. – № 2 (сент.). – С. 64–71.

20. Пентин А. Ю. Преподавание и изучение естественнонаучных предметов на основе подхода «наука как способ познания» / А. Ю. Пентин // Преподаватель XXI век. – 2016. – № 1-1. – С. 73–80.

21. Пентин А. Ю., Ковалева Г. С., Давыдова Е. И., Смирнова Е. С. Состояние естественно-научного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA / А. Ю. Пентин, Г. С. Ковалева, Е. И. Давыдова, Е. С. Смирнова // Вопросы образования. – 2018. – № 1. – С. 79–109.

22. Разумовский В. Г. Проблемы теории и практики школьного физического образования. Избранные научные статьи / В. Г. Разумовский; сост. Ю. А. Сауров. – М.: Изд-во РАО, 2016. – 196 с.

23. Разумовский В. Г., Пинский А. А. Метод модельных гипотез как метод познания и объект изучения / В. Г. Разумовский, А. А. Пинский // Физика в школе. – 1997. – № 2.

24. Разумовский В. Г., Сауров Ю. А., Синенко В. Я. Деятельность моделирования как фундаментальная учебная деятельность / В. Г. Разумовский, Ю. А. Сауров, В. Я. Синенко // Сибирский учитель. – 2013. – №2 (87). – С. 5–16.

25. Скаткин М. Н. Методология и методика педагогических исследований (В помощь начинающему исследователю) / М. Н. Скаткин. – М.: Педагогика, 1986. – 150 с.

26. Универсальный кодификатор распределенных по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования и элементов содержания по физике. – URL: <https://fipi.ru/metodicheskaya-kopilka/univers-kodifikatory-oko#!/tab/243050673-3>

27. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 05.07.2021 № 64101).

28. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.07.2022 № 568 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287» (Зарегистрирован Минюстом России 17.08.2022 № 69675).

29. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 370 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 12.07.2023 № 74223).

30. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 12.07.2023 № 74228).

31. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Биология».

32. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Физика» (базовый уровень) (для 7–9 классов образовательных организаций).

33. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Химия».

34. Физика. Планируемые результаты. Система заданий. 7–9 классы: пособие для учителей общеобразовательных организаций / под ред. Г. С. Ковалевой, О. Б. Логиновой. – М.: Просвещение, 2014.

35. Портал «Российская электронная школа». – URL: resh.edu.ru.

Научное издание

Н. А. Заграничная, Л. А. Паршутина, А. Ю. Пентин, А. В. Теремов

**ДОСТИЖЕНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В РАМКАХ
ИЗУЧЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО БЛОКА**

(ОСНОВНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ)

Методические рекомендации

101000, г. Москва, ул. Жуковского, д. 16
ФГБНУ «Институт стратегии развития образования»
Тел. +7(495)621–33–74
info@instrao.ru
<https://instrao.ru>

Подготовлено к изданию 18.12.2023.

Формат 60×90 1/8.

Усл. печ. л. 8,5.

ISBN 978-5-6050561-8-8