

Отражение идеи предметности обучения в реализации исследовательского метода при изучении химии

Людмила Михайловна Перминова,

профессор Московского института открытого образования, ведущий научный сотрудник Института теории и истории педагогики РАО, доктор педагогических наук, lum1030@yandex.ru

Лариса Фёдоровна Магомедова,

учитель гимназии № 1504, заслуженный учитель Республики Дагестан

• образовательный стандарт • дидактика • инновация • содержание образования • учебный предмет и его ведущая функция • предметность обучения • предметная модальность • образовательные универсалии (УУД, общеучебные умения и навыки, ключевые компетенции) •

Современная школа осваивает новое поколение образовательных стандартов, в которых нашла отражение взаимосвязь психологического (универсальные учебные действия), дидактического (общеучебные умения и навыки) и социального (ключевые компетенции) знания. Эти образовательные универсалии необходимы каждому ученику, всем, кто хочет продолжить своё образование. Поэтому важно, чтобы содержание образования строилось на единой методологической и теоретической основе; таковой является культурологическая теория содержания образования, разработанная М.Н. Скаткиным, В.В. Краевским, И.Я. Лернером и их сотрудниками¹.

В соответствии с этой теорией содержание образования есть педагогически

адаптированная система социокультурного опыта как содержания культуры, включающая:

- знания о природе, обществе, технике, человеке, способах деятельности, искусстве;
- опыт репродуктивной деятельности (умения и навыки, в основе которых операции и действия);
- опыт творческой деятельности;
- опыт эмоционально-ценностного отношения к людям, к миру, к себе.

Эти элементы должны найти отражение в любом учебном предмете, в том числе и в химии, о чём сказано далее.

В то же время при изучении школьных предметов не учитывается подвижность исходных элементов состава содержания образования, влияющая на замысел урока и его структурных элементов — этапов. В последнее время в теории и практике обучения появились новые понятия: *предметность обучения*² и *предметная модальность*³; имеется опыт реализации этой дидактической инновации в школьной

¹ Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В.В. Краевского, И.Я. Лернера. М., 1983.

² Предметность обучения в школьном образовательном процессе / Под ред. Е.О. Ивановой, И.М. Осмоловской. М., 2012.

³ Перминова Л.М. Методологические основания предметности обучения // Инновации в образовании. 2012. № 11. С. 76–87; Перминова Л.М. Предметность обучения — инновационный элемент дидактического знания // Школьные технологии. 2013. № 5. С. 22–30.

практике, ориентированной на освоение ФГОС³. Поясним сказанное.

Теоретически доказано, что предметность обучения есть педагогический замысел о форме и способе реализации содержания образования как деятельности по распределению знаков (языков культуры) в целях образования, воспитания и развития учащихся⁴. Инновационный характер предметности обучения означает, что в зависимости от цели обучения (цели урока) «распределение знаков культуры» (работа с учебным материалом) может начинаться с обращения к знаниям или же с актуализации способа (способов) деятельности (умений и навыков), или же с осмысления ценностной стороны учебного материала (опыта эмоционально-ценностного отношения), или же с рефлексивного осмысления личностного опыта учащихся, который может помочь в овладении материалом урока.

Таким образом, возможна различная последовательность элементов состава содержания образования, обуславливающая специфику связей между ними, и ни один фрагмент учебного материала не «выпадает» из содержания, структуры и логики урока.

Вариативное сочетание инвариантных элементов культурологического состава содержания образования определено как предметная модальность, допускающая такие её виды, как *знаниевая, или базовая, модальность* (работа с учебным материалом начинается с элемента «знания»), *деятельностная модальность, ценностная и субъектно-личностная модальности*. Последний вид предметной модальности является интеграцией всех элементов состава содержания образования. Идея предметности обучения как связи/сцепления предметных модальностей при изучении особенного предмета — химии⁵ — использована нами в условиях важнейшего метода современного обучения — исследовательского метода. Однако сначала необходимо раскрыть такую важную дидактическую характеристику учебного предмета как его *ведущая функция*.

Химия как учебный предмет: дидактическая специфика, образовательный стандарт

Учебный предмет «химия» рассматривается учителями и учащимися как особый

и особенный предмет. Особенность его обусловлена предметом химии как науки о веществах и их превращениях, за которыми стоят химические реакции с их математической строгостью, химическим языком, имеющим высокую символичность и содержательно-информационную ёмкость, спецификой химических расчётов, объясняющих, как это ни покажется странным, законы гармонии биологического, психического и социального («Общество живёт по законам мозга», — сказала когда-то великий нейрофизиолог Н.П. Бехтерева).

Язык химии, как и язык музыки, надо знать и понимать точно. Язык химии обладает высокой степенью интеграции информации и является мощным средством разностороннего интеллектуального развития учащихся: развивает логическое и пространственное мышление, аналитико-синтетические умения и способности, владение функциями научного знания — описательной, объяснительной, предсказательной, практической. А также развивает интеллектуальные качества: оперативность, гибкость, умение свёртывать и развёртывать информацию, и конечно, способность к абстрагированию, обобщению, конкретизации, индукцию и дедукцию; воображение и мысленное моделирование, эстетику мысли⁶. Вот почему о жизни на далёких планетах можно рассуждать, сидя за рабочим столом, с листом бумаги и без технических средств, а научное открытие может уместиться в одну строчку, как химическое уравнение.

Каждый учебный предмет имеет свою *ведущую функцию*, то есть ту цель, ради которой он включается в учебный план (И.К. Жу-

³ Евтева О.В., Калинин О.Г. Формирование универсальных учебных действий при изучении литературы и предметов социально-гуманитарного цикла на основе предметности обучения // Школьные технологии. 2013. № 5. С. 101–110; Николаева Л.Н., Жекова Е.Ю. Педагогические условия формирования универсальных учебных действий у учащихся при изучении русского и иностранного языков на основе предметности обучения // Школьные технологии. 2014. № 1.

⁴ Перминова Л.М. Методологические основания предметности обучения // Инновации в образовании. 2012. № 11. С. 76–87; Перминова Л.М. Предметность обучения — инновационный элемент дидактического знания // Школьные технологии. 2013. № 5. С. 22–30.

⁵ Перминова Л.М. Язык химии как средство развития учащихся // Химия в школе. 2002. № 7. С. 26–29.

⁶ Там же.

равлёв, Л.Я. Зорина). Эта цель связана с ведущим элементом состава содержания и ведущей деятельностью по её освоению. Ведущей функцией учебного предмета «химия» являются знания, а ведущей деятельностью — познавательная деятельность. Однако важнейшей особенностью химии является теснейшая связь теории и практики: химический эксперимент и расчётная задача — мощные источники химических знаний, теоретических обобщений. Теоретические знания, эксперимент и его результаты, химические расчёты тесно взаимосвязаны и являются взаимодополняющими в ситуациях прогнозирования протекания химических реакций и их условий.

В научном корпусе химического знания имеют место все виды структуры научного знания: понятия, явления и научные факты, законы, гипотезы, эксперимент, теории; и каждый из них изучается в школе.

С учётом сказанного можно говорить о том, что доминирующей модальностью при изучении химии является деятельностная модальность при использовании и знанием, и ценностной, и субъектно-личностной модальностей, ибо химическое знание носит в высшей степени практико-ориентированный характер. Это соответствует задачам системно-деятельностного подхода в современном школьном обучении.

Изучение химии в школе на базовом уровне направлено:

- на **освоение знаний** о химической составляющей естественнонаучной картины мира, о важнейших химических понятиях, законах и теориях;
- на **овладение умениями** применять полученные знания для объяснения разнообразных химических явлений и свойств веществ, для оценки роли химии в развитии современных технологий и получении новых материалов;
- на **развитие** познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного приобретения химических знаний с использованием различных источников информации, в том числе компьютерных;

- на **воспитание** убеждённости в позитивной роли химии в жизни современного общества, необходимости химически грамотного отношения к своему здоровью и окружающей среде;

- на **применение знаний и умений** для безопасного использования веществ и материалов в быту, сельском хозяйстве и на производстве, для решения практических задач в повседневной жизни, для предупреждения явлений, наносящих вред здоровью человека и окружающей среде.

Школьные образовательные стандарты первого и второго поколений предусматривают формирование у учащихся общеучебных умений и навыков (ОУУН), универсальных учебных действий (УУД) и ключевых компетенций. В этом направлении приоритетами для учебного предмета «химия» являются:

- умение самостоятельно и мотивированно организовывать свою познавательную деятельность (от постановки цели до получения и оценки результата) — **регулятивные УУД**;

- использование элементов причинно-следственного и структурно-функционального анализа; определение сущностных характеристик изучаемого объекта; умение развёрнуто обосновывать суждения, давать определения, приводить доказательства; использование мультимедийных ресурсов и компьютерных технологий для обработки, передачи, систематизации информации, создания баз данных — **познавательные УУД**;

- оценивание и корректировка своего поведения в окружающей среде; выполнение в практической деятельности и в повседневной жизни экологических требований — **личностные УУД**;

- презентации результатов познавательной и практической деятельности — **коммуникативные УУД**.

Для выполнения этих задач на уроках по предметам естественно-научного цикла, включая предмет «окружающий мир» в начальной школе, в образовательном процессе нашей гимназии используется идея

предметности обучения. Приведём пример сценарного плана урока химии «Строение бензола», на котором имели место все виды модальностей — знаниевая, деятельностная, ценностная и субъектно-личностная, служившие главной его цели — решить проблему.

Сценарный план урока-исследования по химии «Строение бензола» (11 класс)

Тип урока: урок изучения новых знаний.

Цель урока (во взаимосвязи образовательного, развивающего и воспитательного аспектов):

1) расширить знания учащихся об углеводородах, познакомить их со строением ароматических углеводородов, продолжая работу по углублению мировоззренческих понятий о причинно-следственной связи между составом, строением и свойствами;

2) развивать познавательную, информационно-коммуникативную и рефлексивную деятельность для получения системных знаний и умений, а также навыков их применения для дальнейшего саморазвития, обращая особое внимание на:

- умение обобщать, делать выводы;
- анализ (сравнение, сопоставление, структурирование, классификация, соотнесение/идентификация);
- синтез (конструирование, «стягивание» информации на основе ассоциаций, составление композиций, моделей и систем, т.е. целостных объектов);
- рефлексию/самопознание (оценка, самооценка, самоконтроль и идентификация, взаимопонимание, диалог с источником информации, собеседником, с самим собой);

3) воспитывать ценностное отношение к специфике работы с химическим знанием, культуру владения химическим языком.

Виды научного знания, которые должны быть усвоены учащимися на уровне образовательного стандарта: понятия, явления,

законы, научные факты, эксперименты и опыты, теории/учения, концепции. Для системного структурирования учебной информации необходимо развивать общеучебные умения: организационные, информационные, интеллектуальные, коммуникативные.

Предметные модальности: деятельностная, знаниевая, ценностная, субъектно-личностная.

Ход урока

1. Организационный момент: постановка задач урока.

На этом этапе обращается внимание на многообразие углеводородов, формулируется **цель урока**. Для этого обобщаем и систематизируем ранее полученные знания о предельных и непредельных углеводородах: алканах, алкенах, алкадиенах и алкинах; далее предполагается работа по анализу состава ароматического углеводорода — бензола в сопоставлении с физическими и химическими параметрами предельных и непредельных углеводородов, исследование исторических фактов, предположение возможного строения его молекулы, доказательство и моделирование строения молекулы бензола.

2. Подготовка учащихся к работе на основном этапе урока.

Она «распадается» на две части, протекающие одновременно: самостоятельное решение расчётных задач на доске и коллективная работа по созданию проблемной ситуации путём сравнительного сопоставления характеристик предельных и непредельных углеводородов в их обобщённых формулах (а не на примерах конкретных представителей).

Задача этого этапа урока предполагает актуализацию действий, связанных с осознанием проблемы и цели деятельности. Это предварительные умственные и практические действия, приводящие к рефлексивному осознанию недостаточности теоретических знаний и способов деятельности для достижения цели как результатов познавательной деятельности. Они ориентированы

на актуализацию регулятивных и познавательных универсальных учебных действий.

2а. Работа у доски (деятельностная модальность для получения новых знаний) основана на использовании умений решения расчётных задач для нахождения молекулярной формулы углеводорода с целью дальнейшего сопоставления, сравнения с уже известными классами углеводородов. Работу выполняют два ученика (решаются две задачи видоизмененного содержания, соответственно требуются разные приёмы решения).

Первый ученик решает задачу следующего содержания:

«Найдите молекулярную формулу ароматического углеводорода, если при его сжигании образовалось 13,2г оксида углерода (IV) и 2,7г воды. Относительная плотность паров углеводорода по воздуху равна 2,69».

Задача для второго ученика:

«Массовые доли углерода и водорода в ароматическом углеводороде равны соответственно 92,2% и 7,69%. 1л паров этого углеводорода имеет массу 3,482 г. Определите молекулярную формулу углеводорода».

Полученные знания (ответы на вопросы задач) обнаружат свою ценность (ценностный смысл) на следующем этапе урока.

2б. Актуализация знаний. Задача данного этапа урока — обобщение, систематизация имеющихся знаний для постановки проблемы и определения способов её решения (знаниевая модальность).

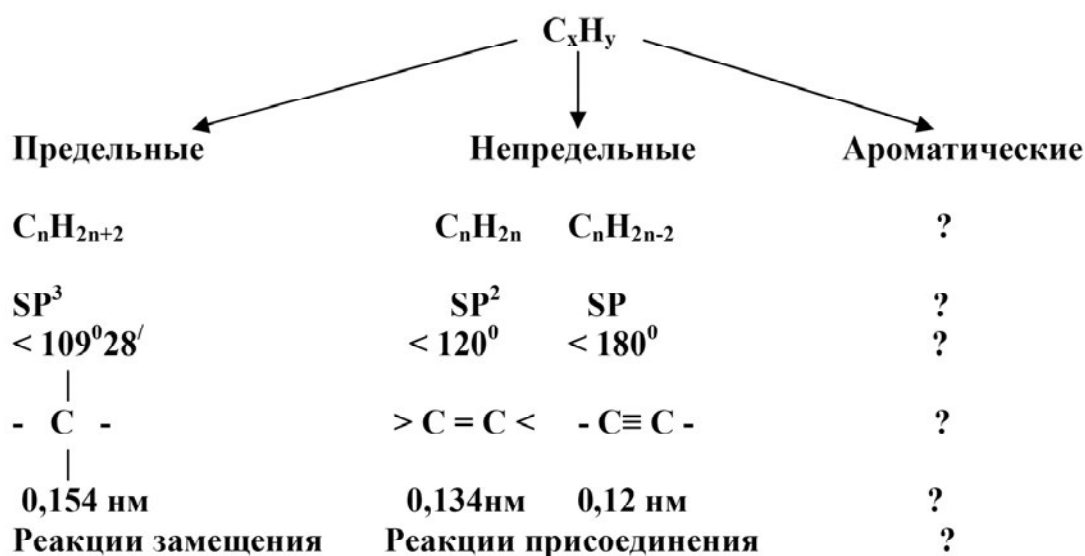
Работа учащихся (за партами) связана с актуализацией умственных действий по созданию фактической базы для дальнейших теоретических обобщений (актуализация известных научных понятий и фактов, ключевых компетентностей как инструментальной базы деятельности). Этот вид действий ориентирован на актуализацию информационных умений как ориентировочных, и интеллектуальных умений как технологических (инструментальных) умений для обработки информации.

Взаимосвязь этих видов ОУУН свидетельствует о сформированности познавательных универсальных учебных действий. (Знаниевая модальность реализуется во фронтальной работе с классом и направлена на составление схемы об углеводородах на интерактивной доске) (см. схему).

Этап завершается проверкой решения задач на доске.

2в. Проверка решения задач, постановка проблемы, выдвижение гипотезы.

Учащиеся находят при решении задач молекулярную формулу ароматического углеводорода бензола C_6H_6 .



— Какой по составу этот углеводород? (Сравнивая найденную формулу бензола с обобщёнными формулами предельных и непредельных углеводородов, учащиеся делают верный вывод о том, что бензол является ненасыщенным углеводородом).

— Можно ли это доказать экспериментально? (Учащиеся отвечают: «Качественной реакцией на непредельные углеводороды является обесцвечивание бромной воды или раствора перманганата калия»).

Ученики у доски выполняют демонстрационный эксперимент «Взаимодействие бензола и бромной воды» и «Взаимодействие бензола с раствором перманганата калия», обнаруживая отсутствие качественных реакций. *Этот момент фиксирует проблемную ситуацию между известными знаниями и новым результатом, противоречащим им.* Проблемная ситуация обнаруживает ценностную сторону практического знания, полученного путём химических расчётов. Эксперимент подтверждает познавательное противоречие.

$C_6H_6 + Br_2$ — реакция не идёт.

$C_6H_6 + KMnO_4$ — реакция не идёт.

Постановка проблемы. Учитель выясняет с учащимися, чем может быть обусловлена проблема, и учащиеся отвечают: «Противоречием между составом вещества и его свойствами».

Выдвижение гипотезы — важнейшая часть исследования. В структуре урока этот момент выступает связкой между подготовительной и основной частью урока — его центральным этапом, на котором осуществляется проверка гипотезы. Здесь осуществляется *конкретизация цели и формулирование гипотезы (ценностная модальность)*. Ученики высказывают предположение о том, что если формула бензола C_6H_6 свидетельствует о ненасыщенности этого углеводорода, а вещество «бензол» этих свойств не обнаруживает качественными реакциями на непредельные углеводороды, а, напротив, ведёт себя как насыщенный углеводород, то, вероятно, это вещество, молекула которого имеет строение, отличное от строения ранее изученных углеводородов. Учитель говорит, что молекулы ароматических углеводородов (арены) имеют

особый вид связи, а значит и особое строение. Какое? Это и предстоит выяснить. *Все полученные ранее знания — это знания ценности, поэтому решение проблемы как проверка гипотезы осуществляется в ценностной модальности.*

3. Получение («добывание») новых знаний. Для решения проблемы и проверки гипотезы необходимо собрать аргументы (массив данных).

Сбор данных. Формируемые УУД: умение ставить цели, работать с информацией, делать её анализ, обобщать данные анализа, синтез; формулировать умозаключение, предположение.

Учитель говорит: «Наше исследование пойдёт теоретическим путём. Для определения строения бензола предлагаю исследовать следующие исторические факты» (на экране появляются данные):

А) В 1866 году французский химик Пьер Бертелло синтезировал в электрическом разряде бензол из ацетилена (C_2H_2 — C_6H_6).

Б) В 1922 году Н.Д. Зелинский осуществил синтез бензола из ацетилена на активированном угле (реакция тримеризации: $3 C_2H_2$ — C_6H_6).

В) В 1900 году французский химик Сабатье прогидрировал бензол до циклогексана (при этом 1 молекула бензола присоединила 3 молекулы водорода).

Г) в 1928 году А.М. Земенский осуществил обратный процесс (дегидрирование циклогексана до бензола).

Проверка гипотезы (деятельностная модальность). Учитель предлагает проанализировать вышеизложенные факты, записать уравнения реакций и сделать предположения о строении молекулы бензола. (Имеет циклическое строение, состав не позволяет предполагать наличие одинарных или тройных связей; таким образом, в молекуле C_6H_6 должны быть двойные связи). Учащимся предлагается доказать этот вывод *построением шаростержневой модели молекулы бензола, имитируя реакцию тримеризации ацетилена.*

Демонстрация модели молекулы бензола. Учитель спрашивает, какой вывод мож-

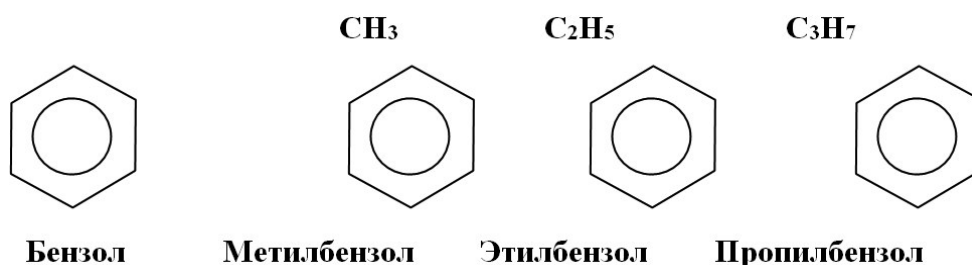
но сделать о строении молекулы бензола и других ароматических углеводородов?

Вывод учащихся: бензол имеет циклическое строение в виде правильного шестиугольника, образованного сигма-связями SP^2 -гибридизованными электронами, а поэтому валентный угол между ними — 120° , молекула имеет плоскостное строение, а перпендикулярно плоскости располагаются негибридизованные Р-электроны, образуя 6-пи (сигма-пи) — электронное облако. Такая связь называется ароматической или полуторной, т.к. по размерам занимает промежуточное положение между простой одинарной и двойной связью, её длина — 0,144 нм.

На этом этапе формируются действия по обобщению и систематизации фактического материала (анализ и синтез данных,

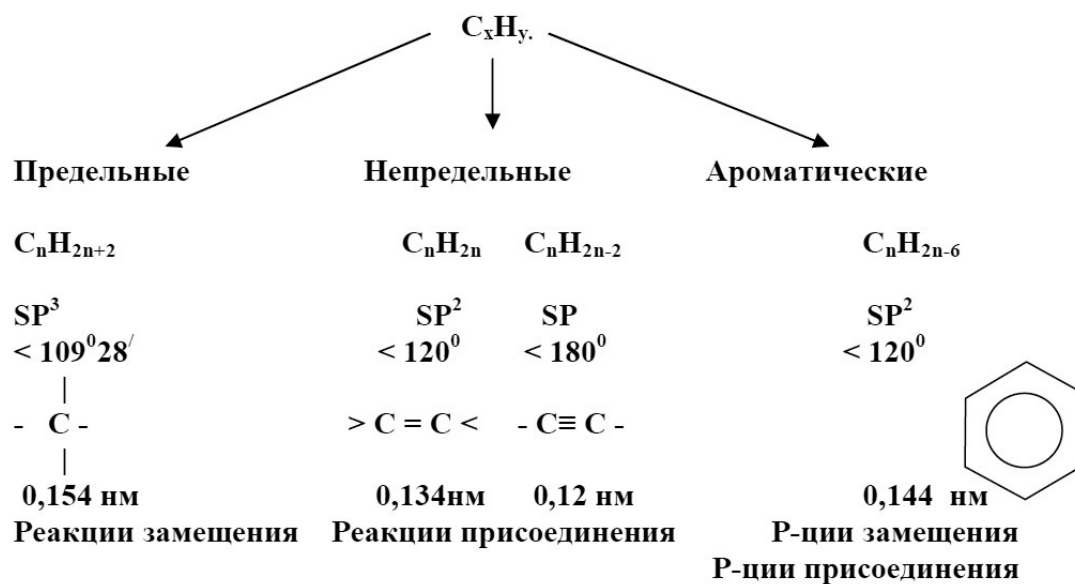
полученных на предыдущем этапе познавательной деятельности, включение новых обобщений в систему знаний). Эти действия связаны с формированием универсальных метапредметных результатов: методологических знаний и умений исследовательской и проектной деятельности при изучении различных предметов. Это: решение проблем, принятие научно обоснованных решений, поиск информации, её анализ и синтез, коммуникация, сотрудничество, — то есть системное владение **личностными, познавательными и коммуникативными УУД**.

4. Обобщение и систематизация знаний. Для этой цели предлагается учащимся вспомнить, что такое гомологи, составить гомологический ряд бензола и дать названия его гомологам (*знаниевая модальность*).



Вывод общей формулы ароматических углеводородов (аренов) C_nH_{2n-6}

Учащиеся дополняют изображённую на слайде исходную схему, заменяя вопросительные знаки, относящиеся к бензолу, полученными в ходе исследования новыми знаниями. Дополненный слайд исходной схемы имеет следующий вид:



Ценность теоретического знания — в его прогностической функции, поэтому учащимся предлагается высказать предположение о свойствах бензола и его гомологов, поскольку исследование выходит в область **выдвижения будущей гипотезы**: «Какие свойства, исходя из строения молекулы, можно предположить у бензола?» (Реакции замещения и присоединения.)

5. Подведение итогов урока. Учитель с полным основанием заключает, что выдвинутая учащимися гипотеза о строении бензола нашла подтверждение, исследование можно считать логически завершённым. На этом этапе важным показателем является рефлексия учащихся, обнаруживающая ценностные смыслы знания, познавательной и практической деятельности, понимание их личностного значения и практической значимости.

Рефлексия (ценностная и субъектно-личностная модальности).

Учитель: Что вам позволило выдвинуть гипотезу? (Столкнулись с непонятным фактом, хотя показали знания о строении и свойствах других углеводородов.)

— Что было труднее: выдвинуть гипотезу или провести исследование? (Выдвинуть и правильно сформулировать гипотезу.)

— Удовлетворены ли вы результатами исследования? (Все ученики выражают удовлетворение проведённой работой: «Даже не заметили, что это урок».)

— Помогут ли полученные вами исследовательские умения приобретать новые и углублять уже имеющиеся знания? («Знания и умения по химии помогут в изучении физики, биологии, экологии, но при изучении других предметов вряд ли. А вот универсальные учебные действия и общеучебные умения применимы при изучении большинства предметов, в том числе гуманитарных».)

Ученики отметили также, что урок-исследование интересен тем, что всё время движешься вперёд, и новое знание, новый результат стимулирует интерес («Практически не устаёшь, тем более что ведётся совместная работа».)

Итак, использование предметных модальностей в структуре исследовательского метода позволяет более чётко схватывать структуру метода как структуру исследования, понимать место и функции научного знания на разных этапах исследования, обеспечивать условия для овладения учащимися большого числа образовательных универсалий в их системной взаимосвязи, приобщать к пониманию методологии исследования.

Новый вывод, который может быть сделан на примере урока-исследования с использованием предметных модальностей заключается в том, что сцепление предметных модальностей носит интегративный характер в содержании и структуре метода обучения.

Учитывая практикоориентированный характер и ведущую функцию учебного предмета «химия», можно сделать вывод о необходимости интеграции знаниевой и деятельностной модальностей как условия обеспечения необходимой связи в системе «теория — практика», «знание — умение». В этом особенность отбора учебного материала для уроков химии и специфика отражения идеи предметности обучения в учебном предмете «химия» (замысла о форме и способе его распрямления).

При этом знание выступает в разных функциях: знание как знание (онтологическая функция), знание как актуальный способ деятельности (ориентировочная функция), знание как ценность (ценностно-оценочная функция). Химическое знание ценно интегративной формой полифункциональности. Интегрированное содержание включает в себе много векторов его реализации, важнейшим из которых является его стимулирующий познавательную деятельность характер. В условиях исследовательского метода, когда имеют место ситуации неопределённости, развивающее значение стимулов существенно возрастает. В этом состоит научная и социокультурная ценность исследовательского метода, в частности, на уроках химии. □