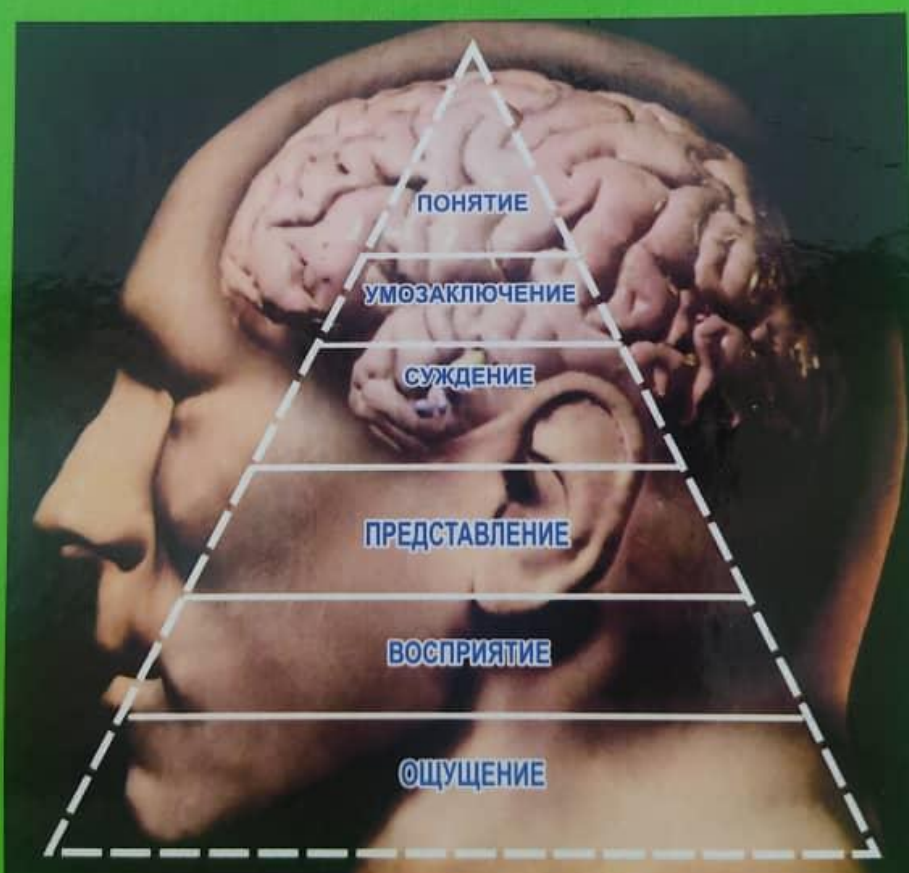


Э.МАМБЕТАКУНОВ

**ДИДАКТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ
СВЯЗЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ У УЧАЩИХСЯ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ**



ПРИРОДА ОБЩЕСТВО ЧЕЛОВЕК

Э. Мамбетакунов

**ДИДАКТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ
МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ
В ФОРМИРОВАНИИ У
УЧАЩИХСЯ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ
ПОНЯТИЙ**

Бишкек – 2015

УДК 37.0
ББК 74.20
М 22

Мамбетакунов Э.

М 22 Дидактические функции межпредметных связей в формировании у учащихся естественнонаучных понятий.

Б: Университет, 2015 -328 с.

ISBN 978-9967-32-116-8

В книге выясняется специфика понятия как логико-гносеологической категории, его роль в познании. Определены дидактические функции межпредметных связей в процессе формирования естественнонаучных понятий у учащихся средней школы. Приводятся научно обоснованные, экспериментально проверенные методы, средства и формы реализации межпредметных связей при изучении школьных курсов физики, химии и биологии.

Книга адресована научным работникам, преподавателям, аспирантам и студентам вузов, учителям предметов естественного цикла общеобразовательных и профессиональных школ.

Под редакцией академика РАО,
д-ра пед. наук, проф. А.В. Усовой

Рецензенты: д-р физ.-матем. наук, академик Ж.Ж.Жээнбаев
д-р пед. наук, профессор И.Б. Бекбоев

М 4306000000-15

УДК 37.0

ББК 74.20

ISBN 978-9967-32-116-8

© Мамбетакунов. Э 2015

Предисловие ко второму изданию

Данная монография была издана в 1991 году в издательстве «Илим». С тех пор прошло много времени. Однако, проблема формирования у школьников и студентов научных понятий остается актуальным и в настоящее время. Так как в любой системе научных знаний понятия играют важнейшую роль. Ведь именно в понятиях концентрируются результаты многовекового развития науки и научных знаний. Адекватность освоенных учащимися понятий – результат эффективности преподавания и учения, необходимая предпосылка становления и развития личности.

Результаты исследований ряда философов, методологов, психологов и дидактов показали, что понятие – сложная логико – гносеологическая категория. Это продукт, результат некоторого этапа в развитии наших знаний о тех или иных объектах материального мира, общества и человеческого мышления. Возникнув понятие уже само становится объектом познания. С другой стороны, понятие является одной из высших форм мышления и в этом смысле оно выступает как средство познания.

Понятие является не просто формой отражения, а раскрывает сущность вещей, коренные свойства предметов, их внутреннюю природу. Поэтому понятие есть знание существенных признаков предметов и явлений окружающей действительности.

В последнее время часто говорят об интеграции учебных предметов. Мы считаем, что интеграционные процессы должны происходить в сознании и практической деятельности учащихся как ожидаемый результат в виде ключевых и предметных компетентностей. Здесь речь должна идти о синтезе именно научных знаний и практических умений, полученные при изучении всех учебных предметов из разных образовательных областей.

Начальным этапом интеграции научных знаний является реализация межпредметных связей. В данной книге более подробно рассматриваются вопросы формирования у обучаемых естественнонаучных понятий на основе реализации межпредметных связей. Книга издается без каких – либо изменений и дополнений.

Автор

Введение

В условиях революционного обновления, перестройки всех сторон материальной и духовной жизни общества особое значение приобретает решительное усиление взаимосвязи обучения, воспитания и развития в едином, целостном процессе формирования личности. Речь идет не просто о некоторых изменениях в содержании образования, а о коренном улучшении всей его структуры, о создании единой системы непрерывного образования, о демократизации и интенсификации образования, поскольку экстенсивные резервы уже в значительной мере использованы.

Выполнение этих задач требует качественно нового подхода к теоретическому определению и применению оптимальных дидактических условий совершенствования всего процесса образования в средней школе, которая призвана дать учащимся систематические знания основ наук, выделяя при этом их взаимосвязь, системность и комплексность. Необходимо рассмотрение решения проблемы в свете системно-структурного и деятельностного подходов к обучению учащихся базовым родственным дисциплинам, обеспечивающий формирование у них научных понятий, составляющих основное ядро системы научных знаний.

В связи с этим возникает первоочередная необходимость рассмотрения природы понятия, его место и роль в системе научных знаний, поскольку понятие есть одна из высших форм человеческого мышления, в которой выражаются существенные признаки вещей, явлений реального мира. По В.И.Ленину «Понятие – высший продукт мозга, высшего продукта материи» [7; 149]. В философских тетрадах он записывает понравившееся ему гегелевское выражение: «Понять – значит выразить в форме понятий» [7; 231].

Мышление осуществляется и совершается в понятиях и невозможно без них. Советский психолог Л. С. Выготский, подчеркивая эту роль понятий в мышлении, писал: «Мышление всегда движется в пирамиде понятий...» [54; 179].

Понятие занимает центральное место в диалектике, в диалектической логике. Отвечая на вопрос «В чем состоит

диалектика?», В. И. Ленин подчеркивает: «Диалектика = (есть) взаимозависимость понятий – всех понятий без исключения, «переходы понятий из одного в другое» [7; 179].

Если диалектика понятий отражает диалектику вещей (Гегель), то материалистически истолкованная диалектика понятий охватывает собой, своим содержанием всеобщие законы природы, общества и мышления. «В понятиях человека своеобразно (это – НВ: своеобразно и диалектически!!) отражается природа» [7; 257].

Учение о понятии как формы мышления, его роли в познании, возможные логические структуры и вопросы формирования у школьников научных понятий нашли отражение в работах советских психологов (П. П. Блонский, Л. С. Выготский, Е. К. Войшвилло, П. Я. Гальперин, В. В. Давыдов, Е. Н. Кабановой-Меллер, А. Н. Леонтьев, Н. А. Менчинская, Ю. А. Самарин, А. А. Смирнов, Н. Ф. Талызина, М.Н. Шардаков и др.) и дидактов (Н. М. Верзилин, Б. В. Всесвятский, И. В. Гиттис, М. Н. Скаткин, А. В. Усова, С. Г. Шаповаленко и др.). Ими была выдвинута идея реализации принципа единства сознания и деятельности (деятельностный подход); принципа связи памяти, речи и понятийного мышления; единства формирования приемов усвоения и применения понятий; теория поэтапного формирования понятий; тенденция к построению усвоения понятий от общего к частному; организация специальной самостоятельной работы учащихся на отдельных этапах усвоения понятий и др.

В последнее время был выполнен целый ряд исследований [12; 17; 29; 47; 48; 51; 66; 69; 81; 91; 92; 95; 97; 109; 146; 148; 151; 167-173; 199; 201; 236; 245; 253; 264; 270; 280; 281; 287-288; 300; 305; 308; 316; 318; 329; 335-338], в которых рассматривались разные аспекты процесса формирования естественнонаучных понятий или приемов мышления у школьников. Однако научно-практическое обследование уровня усвоения и овладения школьниками естественнонаучных понятий показали, что данный процесс все еще не всегда решается успешно. В его решении наблюдается ряд существенных недостатков, которые приводят к наличию серьезных пробелов в усвоении учащимися таких фундаментальных естественнонаучных понятий, как «материя», «вещество», «поле», «движение», «взаимодействие»,

«электрический заряд», «масса», «электрический ток», «сила», «работа», «энергия», «химическая реакция», «питание и дыхание», «фотосинтез» и др. Уровень усвоения учащимися указанных и других производных понятий продолжает оставаться низким, он не всегда доводится до высшего уровня обобщения, характеризующегося установлением связи и отношения понятий, формируемых при изучении всех естественных предметов.

Чтобы вникнуть в любой предмет, учащийся должен сосредоточиться на нем, отвлечься от остального. Но чтобы усвоить всю совокупность знаний, и притом в их развитии, он должен овладеть общей картиной, охватывающей все предметы в их взаимосвязи. Однако синтезировать отдельные детали в целостную картину пока школьники не умеют. Об этом говорит, в частности, то факт, что содержание ответов учащихся на принципиальные вопросы, касающиеся основных законов природы, строения и свойств вещества, атомно-молекулярных представлений, явлений живой и неживой природы существенно меняется в зависимости от того, на каком уроке задаются вопросы: на уроках физики, биологии или химии. Необходимо, чтобы по мере овладения основами наук учащиеся начинали яснее понимать ленинские слова о том, что «все грани в природе условны, относительны, подвижны, выражают приближение нашего ума к познанию материи» [9; 298]. Это предполагает реализацию принципа единства дифференциации и интеграции знания в процессе обучения.

Проблема интеграции наук и научных знаний в философском аспекте решалась в работах философов [13; 11; 21; 74; 86; 124; 135; 244; 255; 276; 301; 320]. Результаты их исследований убеждают, что современное естествознание, представляющее собой многообразие дифференцированных и интегрированных наук, взаимодействующих между собой и благодаря этому проникающих в тонкую материю неживых и живых тел, блестяще подтверждает важнейшую философскую идею В. И. Ленина о соединении всеобщего принципа развития с всеобщим принципом единства природы.

Взаимосвязь научных знаний и перенесенная на школу идея межпредметных связей разрабатывалась классиками педагогической

мысли: И. Ф. Гербартом, А. Дистервегом, Я. А. Коменским, Н. К. Крупской, И. Г. Песталоцци, К. Д. Ушинским и др. А попытка научно-практического решения данной проблемы в современных условиях предпринята М. Н. Берулава, И. Д. Зверевым, Д. М. Кирюшкиным, П. Г. Кулагиным, В. Н. Максимовой, А. В. Усовой, В. Н. Федоровой и др. Теоретический анализ работ, посвящённых разработке психологических и дидактических аспектов межпредметных связей, показывает, что многие ученые видят в этом не только средство формирования гибкой и продуктивной системы знаний [254], но и обобщенных способов действий, познавательной активности и самостоятельности школьников [119; 200; 293].

Проблема межпредметных связей развивается и с позиции теории поэтапного формирования умственных действий [139]. Подтверждены ранее установленные выводы о положительном влиянии межпредметных связей в проблемном обучении на формирование познавательных интересов учащихся к предметам естественнонаучного цикла [105].

Подводя итоги исследований по разработке связей предметов естественного цикла, можно отметить, что в ранее выполненных работах выявлена роль межпредметных связей в координации содержания образования [105; 302], в формировании научного мировоззрения [165; 213], общих учебных умений [36; 295; 308]. Предпринята начальная попытка выявления роли межпредметных связей в формировании у учащихся научных понятий [148; 293; 346]. Однако этот важнейший аспект проблемы продолжает оставаться мало разработанным, вследствие чего наблюдается низкий уровень усвоения учащимися естественнонаучных понятий, общих для цикла учебных дисциплин.

На формирование у учащихся естественнонаучных понятий мы обращаем особое внимание с той целью, что, во-первых, объектом изучения всех естественных наук является материальный мир; во-вторых, усвоение естественнонаучных понятий играет важную роль в формировании диалектико-материалистического мировоззрения; в-третьих, науки о природе имеют много общих методов исследования, с которыми учащиеся знакомятся в процессе усвоения понятий; в-

четвертых, до сих пор не определены дидактические функции межпредметных связей в формировании у школьников естественнонаучных понятий; в-пятых, еще не разработана и теоретически должным образом не обоснована дидактическая система реализации межпредметных связей для формирования общих понятий дисциплин естественнонаучного цикла.

Необходимость совершенствования процесса реализации межпредметных связей естественных дисциплин диктуется возникновением ряда объективных противоречий и поиском путей их разрешения. Например, противоречие между единством материального мира и разобщенным изучением его в разных предметах; противоречие между разобщенным по предметам усвоения знаний и умений и необходимостью их комплексного применения в практической деятельности человека; противоречие между задачей формирования целостного индивидуального сознания личности и разобщенным отражением форм общественного сознания в различных учебных предметах; противоречие между потребностью учителей в реализации межпредметных связей при формировании понятий и их недостаточным умением правильно выявить, зафиксировать и осуществить эти связи и др.

С учетом вышеуказанных задач практики, самой дидактической науки и объективных противоречий была определена проблема исследования: каковы дидактические функции межпредметных связей в формировании у школьников естественнонаучных понятий и как осуществит эти связи с тем, чтобы они отвечали требованиям, предъявленным к результатам обучения, основывающихся на триединых компонентах образования.

Предлагаемая работа – попытка исследования влияния взаимосвязанного изучения смежных предметов на качество формирования у школьников естественнонаучных понятий. В ней рассматриваются: роль и место научных понятий в системе научных знаний, структура понятий как логико-гносеологической категории; диалектика образования и развития понятий в научном и учебном познании; современное состояние проблемы формирования у школьников научных понятий в теории и практике обучения;

дидактические функции межпредметных связей в формировании естественнонаучных понятий; дидактическая система реализации межпредметных связей, посредством которой повышается уровень формирования понятий и качества знаний, умений и навыков в целом.

Автор выражает свою искреннюю признательность академику РАО А. В. Усовой за обстоятельные консультации, полученные в процессе исследования, а также всем коллегам, содействовавшим организации настоящего исследования и публикации данной монографии.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ

§ 1. Система научных знаний и ее основные элементы

Термин «знание» широко употребляется в литературе и в обыденной жизни человека. Однако раскрытие его содержания, структурных элементов принадлежит к разряду вечных проблем философии, логики и педагогики, которые всегда обнаруживают новую сторону, требующую дальнейших усилий человеческой мысли. С позиции материалистической диалектики философы [11; 15; 35; 50; 65; 68; 85; 86; 115; 135-136; 232; 339; 248] показывают принципиальную важность разработки и построения логико-гносеологических теорий, объясняющих природу научных знаний.

Содержание понятия «знание» более подробно рассматривается в работах видного советского философа П. В. Копнина. Анализируя разные аспекты данного вопроса, он дает следующее определение, с которым бесспорно можно согласиться: «Знание, как необходимый элемент и предпосылка практического отношения человека к миру, является процессом создания идей, целенаправленно, идеально отражающих объективную реальность в формах его деятельности и существующих в виде определенной языковой системы» [135; 307]. Как мы видим, в данном определении отражены такие стороны знания, как отражение реального мира в сознании человека, отношение субъекта к объекту, метод деятельности и, наконец, определенная языковая и знаковая системы. Различные стороны этого сложного явления не просто существуют, а неизбежно предполагают друг друга, одно является развитием предшествующего. Поэтому только в целом, в органической связи его образующих элементов оно дает истину о знании.

Как показывает гносеологический анализ, в практической деятельности людей термин «знание» употребляется в следующих трех смыслах: первый имеется в виду, когда говорят о некой

предрасположенности, способности, умении, навыке и т. п., которые базируются на «осведомленности», как сделать, осуществить что-либо; второй смысл подразумевается в случае идентификации «знания» с любой познавательной информацией; третий соответствует специальному пониманию «знания» как особой познавательной единицы [115].

В области учебного процесса представляет интерес анализ гносеологической природы знаний, соответствующий второму и третьему смыслам употребления термина «знание».

Типология знаний, соответствующая смыслу термина «знание» как особой познавательной единицы, утверждается по различным основаниям, наиболее принципиальными из которых являются когнитивное, социальное, предметное.

По способу отражения сущности знания классифицируются на феноменалистические (качественные) и эссенциалистические (количественный анализ).

По отношению к формам мышления знания классифицируются на эмпирические и теоретические. Знания, соответствующие эмпирическому уровню, в основном связаны с генерализацией фактических данных, с обобщением опытных зависимостей, регулярностей, индуктивных законов и т. п. Знания, соответствующие теоретическому уровню, более абстрактны и возникают в результате имманентного развития теоретических проблемных областей.

Существенные различия эмпирических и теоретических знаний состоят в использовании различных форм мышления. Знания, связанные с эмпирическим уровнем, формируются как результат чувственной фиксации, констатации, регистрации. Знания же, связанные с теоретическим уровнем, формируются как результат семантической интерпретации, концептуализации, рационализации.

По функциональному предназначению знания классифицируются на описательные и объяснительные, фундаментальные и прикладные.

По качеству содержащейся информации – на вероятные и достоверные, аналитические и синтетические.

По познавательному генезису – на априорные (независимо от опыта) и апостериорные (на основании опыта, из опыта).

По гносеологическому статусу знания классифицируются на обыденные и научные.

С точки зрения гносеологии нас больше всего интересуют научные знания как система. А всякая система состоит из элементов, которые определенным образом организованы и взаимосвязаны. Чтобы определить элементы системы научных знаний, считаем необходимым рассмотреть вопрос о содержании понятия «наука» как одной из основных элементов системы. А. И. Ракитов формулирует несколько требований, которым должна удовлетворять наука:

«1. Наука есть знание, зафиксированное в определенной системе знаков, построенной на основе точных правил.

2. Следовательно, наука всегда фиксируется в максимально определенном языке.

3. Наука есть система знаний о законах функционирования и развития объектов.

4. Наука представляет знание, эмпирически проверяемое и подтверждаемое.

5. Наука представляет собой систему непрерывно возрастающих, пополняющихся знаний.

6. Наука обладает составом, в который входят: предмет (совокупность проблем и задач, решаемых наукой), теория и гипотеза, метод, факт (описание эмпирического материала)» [244].

Несомненно, что здесь сформулированы необходимые признаки науки как системы знаний предмет, структура, метод, язык и др. Например, язык физики как наука – это язык физических понятий, на основе использования которых формулируются и законы, и принципы, и теории. С другой стороны, язык – форма существования знания в виде системы знаков.

В работе П. А. Рачкова [248] выделяются следующие структурные элементы науки, расположенные в соответствии с генезисом научного знания от основания к вершине треугольника в такой последовательности: факты, специфические категории (понятия частных наук), частные методы, гипотезы, принципы и постулаты, законы, теории.

В последнее время в педагогических исследованиях большое внимание уделяется определению структуры научного знания с целью использования ее для совершенствования процесса обучения, в частности: для организации самостоятельной работы учащихся [287], для формирования системных знаний учащихся [103], для формирования умений учащихся работать с учебником [219; 288; 294]. При этом авторы исходят непосредственно из общей структуры научного знания, выделяемой в науковедении или в общей методологии науки.

Первая попытка выделить структуры научных знаний естественнонаучных предметов, в частности физики, сделана А. В. Усовой. Она на основе логико-генетического анализа выделила следующие основные элементы системы знаний: научные факты, понятия (о структурных формах материи, явлениях, свойствах тел, веществ и полей, величинах, приборах, машинах и установках), методы исследования, законы, гипотезы, теории [287].

Рассматривая виды знаний, различающихся по своим функциям, И. Я. Лернер и М. Н. Снаткин [87] выделяют: основные понятия и термины, факты, законы науки, теории, идеи, знания о способах деятельности, методологические знания, оценочные знания.

Т. А. Ильина [116] в качестве видов знаний называет «конкретные взаимосвязанные факты, системы понятий, законы, правила, отражающие определенные закономерности, а также теоретические обобщения и связанные со всем этим термины». Указывается, что «знания являются наиболее общей категорией, и они лежат в основе формирования умений и навыков».

А. М. Сохор [259; 260] принимает в качестве элементов логической структуры учебного материала понятия и суждения, хотя наряду с доводами за такой подход он же приводит соображение о его недостатках, вызванных отсутствием единства между логикой в вопросе об основных элементах мышления, наличием различных определений термина «понятие», неоднозначностью его использования, в связи с чем практически в одном и том же отрезке учебного материала можно выделить различное число понятий. А. М.

Сохор указывает и на другие трудности, связанные с признанием понятий и суждений в качестве элементов структуры знаний.

Б. И. Коротяев высказывается за возможность вычленения понятий, суждений и умозаключений в качестве исходных логических элементов знаний, но сразу же признает, что структура и иерархия данных элементов, описанных и объединенных в классической логике, довольно сложна, в связи с чем вычленение указанных элементов представляется сложным делом [137]. В другой работе, вычленяя в системе научных знаний понятия, законы, принципы, идеи, правила, он рассматривает их как относительно самостоятельные дидактические категории [138].

М. И. Махмутов делит знания на три группы: к первой относит обобщенные знания – понятия, законы, правила; ко второй – знания о приемах и способах распознавания сущности предметов и явлений действительности, о взаимосвязях между понятиями, законами, правилами, о способах умственной деятельности при добывании знаний, о способах решения проблем; к третьей группе – факты, термины, даты, названия, количественные данные, имена, события и т. п. [196].

Целесообразность выделения научных понятий в качестве основных структурных элементов научного знания, или учебного материала, доказана многими исследователями. Она заключается, во-первых, в логической и гносеологической роли понятий и связей между ними, образующих структуру. Именно понятия и их связи отражают содержание предметов и явлений реальной действительности. Во-вторых, основание для выделения понятий в качестве элементов структуры научного знания состоит в их психологическом значении. С точки зрения психологии понимать – значит находить существенные признаки и связи исследуемых предметов и явлений, вычленять их из массы несущественного, случайного на основе анализа и синтеза, применять правила умозаключения, установления сходства и различия, причин, вызвавших появление данных объектов и их развитие, сопоставление полученной информации с имеющимися знаниями. Мыслить – значит оперировать понятиями. Если ученик понимает, что представляет

собой тот или иной предмет, какими свойствами он обладает, в каких связях и отношениях он находится с другими предметами и чем от них отличается, значит, у него есть понятие об этом предмете.

В любой системе научных знаний понятия играют важнейшую роль. Ведь именно в понятиях, как подчеркивали классики марксизма-ленинизма, концентрируются итоги, результаты многовекового развития науки и научных знаний. Гибкость и адекватность усвоенных учащимися понятий – результат эффективности обучения, необходимая предпосылка дальнейшего развития умственного аппарата. Именно понятийный аппарат науки, а также учебных предметов, составляет основу всей системы логико-семантических средств получения, репрезентации и приращения научного знания [68].

§ 2. Структура понятий как логико-гносеологической категории

Научное познание имеет своей целью познание сущности предмета и явления окружающей действительности. Оно необходимо человеку для успешной практической деятельности.

Познание сущности предметов и явлений выступает в форме понятий, категорий. А. И. Ленин неоднократно подчеркивал мысль, что родовое понятие есть отражение сущности закона природы и общества. Среди философов, психологов и логиков еще нет единого мнения по вопросу о природе понятия и его месте среди других форм мышления. В классической литературе понятие отождествлялось с представлением. Так, И. Кант называл понятие всеобщим представлением того, что является общим для многих предметов. Ф. Иберверг отождествлял понятие с представлением, которое содержит совокупность существенных признаков соответствующего предмета. Х. Зигварт видел в понятии представление определенного, ясного, постоянного, общественного значения. Но, как известно, представление – форма чувственного познания, а не логического мышления. Для представления свойствен наглядный характер, а для понятия – абстрактный.

В современной литературе понятие, как правило, трактуется как форма абстрактного мышления. Например, М. С. Строгович называет понятием форму мышления, отражающую и фиксирующую «существенные признаки вещей и явлений объективной действительности». В. Ф. Асмус утверждает, что понятие это «мысль о предмете, выделяющая в нем существенные признаки». К. С. Бакрадзе определяет понятие как мысль, отражающую «существенные признаки предмета». Но эти три определения и подобные им можно отнести не только к понятию, но и к суждению, которое, как известно, есть мысль, в которой что-либо утверждается, или что-либо отрицается. Здесь совершенно прав Е. К. Войшвилло, когда говорит, что и в «суждениях, конечно, могут отражаться, и в действительности часто отражаются, существенные свойства, закономерные связи предметов и явлений, они могут представлять собой итоги познания и т. п. Иначе говоря, все черты, которыми характеризуются здесь понятия, не исключены и у суждений» [49, 102]. По мнению Е. К. Войшвилло, понятие – это мысль, представляющая собой результат обобщения (и выделения) предметов или явлений того или иного класса по более или менее существенным (а потому и общим для этих предметов и, в совокупности, специфическим для них, выделяющим их из множества других предметов и явлений) признакам» [49; 117]. Такое определение очень близко к определению понятия, которое дает крупный венгерский логик Бела Фогараши: понятие «путем обобщения выделяет общие элементы объективного внешнего мира, предметов и существующих между ними связей, резюмирует их и таким образом отражает в мыслях определенные части и связи объективной действительности» [306; 150]. Но и к таким определениям понятия можно отнести то, что характерно для определений, данных в учебниках М. С. Строговича, В. Ф. Асмуса и К. С. Бакрадзе: результат обобщения (и выделения) предметов того или иного класса по «более или менее существенным» признакам также может быть отображен и в суждении. Следовательно, и здесь не выражена специфика понятия, отличие его от суждения.

Здесь возникает правомерный вопрос о том, что является более высокой формой мышления: суждение или понятие? Одни считают, что исходны понятия, а суждения является высокой формой мышления. Это обосновывается тем, что суждение состоит из понятий, выражается через понятия. Другие, наоборот, считают, что, так как само понятие образуется в результате суждений и умозаключений, и само содержание понятий раскрывается с помощью суждений, то понятие является высшей формой мышления. Сравнивая это, Н.И. Кондаков писал, что «Высшая ступень мышления достигается в форме понятия, которое... есть целостная совокупность суждений, ядром которой являются суждения о существенных признаках, свойствах исследуемого объекта» [134; 459]. При этом он опирается на высказывание В. И. Ленина, которое характеризует понятие как «высший продукт мозга, высшего продукта материи» [7; 149]. Понятие – это итог познания предмета, явления. Ф. Энгельс говорил, что понятие – это «результаты, в которых обобщаются данные... опыта...» [3; 14]. В дальнейшем В. И. Ленин писал: «Образование (абстрактных) понятий и операции с ними уже включают в себя представление, убеждение, сознание закономерности объективной связи мира» [7; 160].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что понятие – очень сложная логико-гносеологическая категория. Это продукт, результат некоторого этапа в развитии наших знаний о тех или иных объектах материального мира. Возникнув, понятие уже само становится объектом познания. С другой стороны, понятие является одной из форм мышления и в этом смысле оно выступает как средство (орудие) познания. Так, например, понятие электрон, возникнув в науке, сыграло огромную роль в познании сущности целого ряда явлений, на его основе создалась целая теория – электронная теория. Это относится также к понятиям «молекула», «квант» и др.

Понятие является одной из высших форм мышления, форм отражения материальной действительности. Диалектический материализм рассматривает понятие как своеобразную форму отражения предметов, явлений материального мира. Источником

понятий является материальный мир. Даже абстрактные понятия имеют свои аналоги, прообразы в объективном мире. В. И. Ленин писал: «... Понятия (и их отношения, переходы, противоречия) показаны как отражения объективного мира. Диалектика вещей создает диалектику идей, а не наоборот» [7; 178]. Понятие является такой формой отражения, которая раскрывает сущность вещей, внутренние, коренные, определяющие свойства предметов, их внутреннюю противоречивую природу. Поэтому понятие есть знание существенных свойств (сторон) предметов и явлений окружающей действительности, знание существенных связей и отношений между ними.

Идеалисты, отрицая объективное содержание человеческих понятий, особенно спекулируют на математических и логических понятиях, рассматривая их или как игру ума, или как простые условные соглашения, конвенции. Они считают, что в понятии числа остается только связь отдельных актов мысли независимо от всякого содержания. Некоторые из них вообще объявляют происхождение понятия числа таинственным и считают бесполезным спрашивать о его истоках.

Прогрессивные философы и ученые-материалисты еще до Маркса и Энгельса выступали за диалектико-материалистическое истолкование понятий вообще и математических в частности. Еще русский математик Н. И. Лобачевский дал материалистическое истолкование сущности математических понятий, вскрыв связь понятий геометрии с движением материи. Он указывал, что в природе человек познает движение, и все «... понятия, например, геометрические, произведены нашим умом искусственно, будучи взяты в свойствах движения...» [156].

Отношение понятий к объективному миру носит сложный, противоречивый характер. «Между понятием и предметами материального мира нет тождества» [136; 273]. Понятие о предмете и сам предмет не одно и то же. Вещи, предметы материального мира существуют реально и независимо от человеческих понятий. Понятие не обладает той объективной реальностью, которая присуща самим предметам. Понятие объективно только по своему содержанию, по

источнику, а по форме своего существования субъективны – существуют в нашей голове, в нашем сознании.

Ф. Энгельс, вскрывая сложность отношения понятия к предмету, писал: «... Понятие о вещи и ее действительность движутся вместе, подобно двум асимптотам, постоянно приближаясь, друг к другу, однако никогда не совпадая. Это различие между обоими именно и есть то различие, в силу которого понятие не есть прямо и непосредственно действительность, а действительность не есть непосредственное понятие этой действительности. По той причине, что понятие обладает основной природой понятия, что она, следовательно, не совпадает с действительностью, от которой его сначала надо абстрагировать, по этой причине оно всегда все же больше, чем фикция...» [2; 482].

Таким образом, понятие, с одной стороны, не тождественно действительности, с другой стороны, не является фикцией по отношению к действительности, оно относится к ней как копия действительности. Понятие и явление действительности составляют такое же единство, как образ, снимок оригинала совпадает с самим оригиналом.

Итак, гносеологическая категория понятие противоречивое, оно есть единство противоположных моментов, единство общего и единичного, конкретного и абстрактного.

Как дидактическая категория понятие – это знание существенных признаков предметов или явлений объективной действительности, связи и отношений между ними. Существенными признаками являются те, при помощи которых предметы и явления одного рода отличаются от предметов и явлений другого рода.

Основными характеристиками понятия как логической категории являются следующее: содержание понятия, объем понятия, связи и отношения между понятиями. Под содержанием понятия в логике обычно называют совокупность существенных признаков (свойств, сторон) предмета, мыслимых в понятии. Объемом называют совокупность (множество, класс, группа) предметов, на которое распространяется содержание понятия.

Метафизическая логика неправильно истолковала как объем и содержание понятия, так и отношение между ними. Во-первых, она абсолютизировала существенный признак, рассматривая его, как и сам предмет, застывшим, неизменным, оторванным от других несущественных признаков. Во-вторых, она исказила содержание понятия, понимая его как простую сумму, механический агрегат признаков. При этом с признаками, входящими в содержание понятия, манипулировали как угодно, - прибавляли, вычитали, перекатывая их, как шарики, из одного понятия в другое. В-третьих, многие логики в содержание понятия включали вообще все признаки предмета, превращая тем самым понятие в эклектическую смесь существенного с несущественным, необходимого со случайным [127; 135; 136].

Решая вопрос об отношении объема и содержания понятия, логика выдвинула закон обратного между ними: «Если объем одного понятия включает в себя объем другого понятия, то содержание первого понятия является частью содержания второго» [157; 35]. С формулировкой этого закона мы встречаемся в трудах Аристотеля, который считал, что «... различающий признак есть то, благодаря чему вид богаче (содержание), чем род. Человек, по сравнению с живым существом, дополнительно имеет разумность и смертность...» [14; 62]. Согласно этому утверждению, увеличение объема понятия обедняет содержание его, и наоборот, углубление содержания понятия ведет к уменьшению его объема.

Такое понимание взаимоотношения объема и содержания понятия вытекало из неглубокого истолкования сущности понятия и процесса его образования, из неправильного, чисто количественного представления об объеме и содержании понятия [136]. Здесь понятие рассматривалось как отражение только общих, сходных признаков. Процесс образования понятия сводился к выделению этих общих признаков, к движению от чувственно-конкретного к отдельным, не связанным между собой абстрактным определениям; переход от ощущений и восприятий к понятию представлялся состоящим из одних сплошных отрицаний. Предмет рассекается на отдельные, не связанные между собой признаки, а процесс абстрагирования

изображается как вычитание этих признаков. Такое чисто количественное понимание содержания и процесса образования его породило представление о том, что объем и содержание понятия находятся в обратной зависимости. В действительности, закон обратного отношения объема и содержания охватывает только внешнюю, количественную сторону, и очень далек от вскрытия сущности отношений, существующих в понятии.

Марксистская диалектика под богатством содержания понятия понимает не простое количество признаков, а степень отражения в понятии всеобщей природы предмета. В живом восприятии какого-либо предмета отмечается множество признаков, ибо чувства берут предмет во всей его непосредственности. Но это обилие признаков в восприятии не является свидетельством сущности предмета.

С точки зрения чисто количественного подхода к оценке содержания понятия живое созерцание, представление богаче содержанием, чем научное понятие. Но этот чисто количественный подход отражает только одну сторону. В качественном отношении содержание научного понятия глубже, богаче, истиннее содержания чувственных восприятий. В противном случае, наше движение от живого созерцания к абстрактному мышлению было бы не прогрессом, а регрессом в развитии знания, движением не к истине, а от нее.

Б. М. Кедров в своей работе [127] пишет, что закон обратного отношения основан на одностороннем подходе к понятию. Зависимость между объемом и содержанием понятий, связанных отношением род-вид можно считать обратной только в том случае, если понятия берутся статически, как готовые данные, находящиеся в неизменных отношениях друг к другу. В этом случае они как раз и служат предметом рассмотрения формальной логики.

Напротив, если понятия рассматриваются как текущие, изменчивые, развивающиеся, иначе говоря, если мы будем рассматривать не только результат, но и сам процесс познания как движение нашей мысли от незнания к знанию, то отношение между объемом и содержанием понятий выступит в ином, более глубоком и содержательном виде. Этот случай будет предметом рассмотрения со

стороны диалектической логики, оперирующей текучими, изменчивыми понятиями. Эту мысль Б. М. Кедров развивает на богатом конкретном естественнонаучном материале.

Диалектика ставит вопрос о развитии понятия, в связи с этим, об изменении его содержания не только по количеству, но и по качеству. При этом нельзя не иметь в виду того факта, что отношения между объемом и содержанием развивающихся понятий сложны и многообразны, изменение содержания может самым различным образом влиять на его объем.

§ 3. Диалектика образования и развития понятий в научном и учебном познании

Вопрос об образовании и развитии понятий являются центральным не только в учении о понятии, но и в диалектической логике вообще.

Материалисты до К. Маркса и Ф. Энгельса, изучая процесс образования понятий, исходили из метафизического учения о неподвижных вещах с неизменными свойствами и из чисто количественного понимания мира. Весь процесс абстрагирования (образования понятий) сводился к расчленению вещи на отдельные признаки, сравнению признаков различных вещей и выделению среди них общих или сходных.

Диалектика формулирует основные методологические положения, определяющие процесс образования и развития понятий. Прежде всего, она устанавливает, что объективным источником образования и развития понятий является реальный мир, а материальной основой – общественно-историческая практика людей. Из объективного мира черпают свое содержание все понятия.

Практическая деятельность человека предшествует образованию понятий. Человеческий ум фиксирует внимание на тех предметах и их свойствах, которые практически полезны и необходимы для них. Сначала предметы внешнего мира присваиваются как средства для удовлетворения потребностей, а потом уже для целей этого присвоения люди познают предметы, образуют понятия о них.

Даже сама способность к абстрагированию возникает из потребностей общественной практики человека, в результате его длительного развития. «Десять пальцев, - пишет Ф. Энгельс, - на которых люди учились считать, т.е. производить первую арифметическую операцию, представляют собой все, что угодно, только не продукт свободного творческого разума. Чтобы считать, надо иметь не только предметы, подлежащие счету, но обладать уже, способностью отвлекаться при рассматривании этих предметов от всех прочих свойств, кроме числа, а эта способность есть результат долгого, опирающегося на опыт, исторического развития» [6; 37].

Конечно, не все понятия науки порождаются непосредственно нуждами производственной деятельности человека. Например, математические понятия возникают для удовлетворения нужд развития других наук (механики, физики и др.). Некоторые понятия порождаются внутренними потребностями самой этой науки как средство ее дальнейшего развития. Но, в конечном счете, вся система понятий той или иной науки вызвана к жизни многообразной практикой человека.

Исходным пунктом в образовании понятия являются данные живого созерцания: ощущения, восприятия, представления. Понятия обобщают данные опыта, и без накопления определенного эмпирического материала нельзя образовать ни одного понятия.

Следует отметить, что далеко не вся понятия возникают непосредственно из ощущений и восприятий. Новые понятия образуются на базе прежних понятий. Так, понятие о массе в физике возникло на основе разрешения обнаруженного противоречия в понятии веса.

Заметная роль в образовании понятий принадлежит сравнению, путем которого человек обнаруживает реальные отношения (тождество, сходство, различие) между предметами, явлениями действительности.

Существование материалистического мира и реальность связей и отношений составляют объективную основу для сравнения. К. А. Тимирязев следующим образом оценивает роль сравнения в успехах биологии: «Исследования над клеточкой, протоплазмой и, в

особенности, начиная с 70-х годов XIX в., разросшиеся до колоссальных размеров исследования над ядром, установили такую глубокую аналогию в строении представителей обоих царств природы, с которой раньше нельзя было и помышлять... Шедшее параллельно с раскрытием внутреннего строения сложных организмов изучение простейших микроскопических существ из обоих царств устанавливало такое близкое сходство между ними, что сама граница между ними мало-помалу сглаживалась... Эти блестящие результаты широкого объединения, достигнутые при помощи характеристического для биологии сравнительного метода, настоятельно призывали научную мысль остановиться, наконец, на причине этого единства» [282; 363].

Подчеркивая роль сравнения в образовании понятий, мы ни в коем случае не должны сводить весь процесс образования понятий только к различного рода сравнениям, к установлению сходного в различном и различного в сходном. Сравнение – только одна сторона этого процесса.

В процессе образования понятий важное место занимают анализ и синтез. Сравнивая предметы и устанавливая их сходство, расчленяя предметы на части, выделяя общие и существенные признаки, отвлекаясь, абстрагируясь от несущественных признаков, соединяя существенные признаки, мы образуем одну из важнейших форм абстрактного мышления – понятие. Понятие образуется как итог многих суждений и умозаключений, как итог познания конкретных предметов объективной действительности. Понятие в отличие от представления не обладает образностью, т.е. не отражает предмет во всем богатстве его конкретных, индивидуальных признаков. В этом отношении оно состоит дальше от действительности, чем восприятие или представление. Но, отражая существенное в предметах, понятие глубже проникает в действительность. На вопрос, ближе ли представление к реальности, чем понятие? В. И. Ленин отвечает: «И да, и нет. Представление не может охватить движение в целом, например, не охватывает движения с быстротой 300000 км/с, а мышление охватывает и должно охватить» [7; 209].

Диалектика требует все, в том числе и понятия, рассматривать исторически, в связи с развитием. Мышление не было бы связано с бытием, не могло бы отразить законов движения его, если бы оно само не развивалось. Движение действительности можно отразить только в развивающихся понятиях. «Человеческие понятия, - пишет В. И. Ленин, - не неподвижны, а вечно движутся, переходят друг в друга, переливаются одно в другое, без этого они не отражают живой жизни» [8; 249].

Вскрыть диалектику движения понятий – это значит вскрыть действительный источник **из** развития. Процесс развития понятий в науке рассматривался в работах советских философов как предмет диалектической логики [15; 127; 114].

Процесс развития понятий происходит в нескольких направлениях: 1) возникают новые понятия; 2) углубляются старые, конкретизируются, уточняются на более высоком уровне абстракции [136; 304]; 3) прежние понятия отбрасываются (отрицаются) как ненаучные, вместо них возникают новые понятия. Отрицания ненаучных понятий и возникновение новых представляет собой «узловые пункты» в развитии науки [288; 49].

Развитие старых и возникновение новых понятий происходит на основе разрешения противоречий между новыми обнаруженными фактами и существующими понятиями, которых оказывается недостаточно для объяснения новых фактов. Например, стремление ученых в XVII в. установить условия равновесия твердого тела, имеющего ось вращения, привело к возникновению в науке понятия «момент силы»; наблюдение явления потемнения фотобумаги под кусочками урановой руды привело к введению в науку понятия «радиоактивность», «радиоактивное излучение», а в дальнейшем к установлению его структуры: α , β и γ – излучения.

Конкретизация или уточнение понятий в науке – очень продолжительный процесс. В понятиях сначала происходят мелкие, незначительные изменения. Качественно и количественно обогащается содержание понятия, подготавливающие крутую ломку их. Например, коренные изменения в понятиях физической науки – смена механических представлений о физическом мире более

правильными, современными – подготавливались всем ходом развития физической науки в XIX столетии.

Источником развития понятий могут быть результаты обогащения нашего знания о явлениях природы на базе обобщения новой практики или результаты изменения самой действительности, отражаемой в понятии. Понятие «масса» от Ньютона до наших дней менялось не вследствие того, что во времена Ньютона тело обладало одной массой, а теперь другой, а потому, что изменялось наше знание о материи и ее свойствах. Процесс движения, развития понятий на основе обобщения новой практики можно показать на многих примерах из истории науки. Б. М. Кедров в своих работах подробно показал развитие понятия «элемент» в химии [128]. Этот процесс изменения можно показать также на примере таких понятий, как «атом», «свет», «электрический заряд» и др.

В процессе развития науки могут вводиться новые понятия и устраняться прежние. Новые вводятся в результате более глубокого изучения уже известных объектов. Существенное обогащение понятия часто происходит в результате открытия новых свойств у представителей прежнего множества, например, способности атомов как сложных систем превращаться в другой атом. Как правило, из науки устраняются понятия, созданные не на основе эксперимента, а в ходе обобщения результатов жизненного опыта (понятия о теплороде, флогистоне, огненная материя – кислородная теория горения, об абсолютном пространстве, абсолютном времени, эфире и т.п.).

На развитие понятий оказывает влияние сложное взаимодействие наук, связанных одними общими задачами всестороннего исследования процессов и явлений, протекающих в природе, технике, обществе (физика, химия, биология, астрономия, геология и др.). Например, понятие о движении, его различные формы изучаются многими частными науками. Каждая из них рассматривает какие-то определенные стороны движения. Содержание этого понятия постоянно дополнялось и обогащалось в ходе развития науки и практики.

Исторически первым было изучено движение механических систем. В дальнейшем развитие научного познания и требования

общественной практики поставили на очередь изучение движения более сложных систем, чем механические. Изучение движения таких систем требовало постановки все более сложных экспериментов, введения в науку новых понятий и разработки новых теорий.

Открытия в области физики и химии, прежде всего связанные с получением органических соединений из неорганических веществ, в области биологии (открытие клетки и создание теории развития), установление взаимосвязи между движением различных материальных объектов – все это приводило к дальнейшему углублению понятия движения, подтверждало, что движение есть состояние материи, способ ее существования.

Понятия как логические формы отражения действительности имеют существенное значение для понимания развития нашего познания именно потому, что в них, с одной стороны, концентрируются (аккумулируются) знания, отражаются некоторые итоги познания, а с другой стороны, они выступают орудиями, средствами его дальнейшего развития, т.е. они, являются инструментариями теоретического освоения реальности.

Понятия функционируют в системе других логических форм познания: суждений, умозаключений, гипотез, законов, теорий. Последние неразрывно связаны с понятием и без них не могут функционировать. Как высшая форма познания понятия составляют логическую основу, логический каркас научных законов и теорий [288]. Понятия, законы и теории представляют собой разные стороны одного и того же круга явлений, но в разных мыслительных, познавательных формах.

Закон – эта внутренняя и необходимая, всеобщая и существенная связь предметов и явлений объективной действительности. Познать закон – это значит раскрыть ту или иную сторону сущности исследуемого предмета, явления, связей и отношений с другими предметами и явлениями. Понятие закона, - говорил В. И. Ленин, - это «одна из ступеней познания человека единства и связи, взаимозависимости и целостности мирового процесса» [7]. Но законы формулируются через системы научных понятий, выражают связи между несколькими понятиями. Поэтому нельзя сформулировать ни

один закон, не оперируя понятиями, следовательно, если не усвоены соответствующие понятия, то не могут быть усвоены и законы. Например, чтобы усвоить сущность закона Джоуля-Ленца, учащиеся должны усвоить содержание целого ряда физических понятий: количество теплоты, выделяемое в проводнике при прохождении тока, силу тока, сопротивление, напряжение, время прохождения тока и др. В этом случае физические понятия выступают как структурный элемент и средство познания закона.

Изучение теории также требует усвоения понятий. Теория обобщает опытные данные с целью объяснения данного круга явлений, фактов с единой точки зрения.

Понятие (теория) не может развиваться вне разветвления, раздвоения, конкретизации изначального противоречия. «Понятие (теория) не может развиваться, если при всех этих раздвоениях и разветвлениях понятие не сохраняет первоначального тождества, иными словами, если теория не сохраняет формы понятия... Качественные изменения в науке, в частности, переход от старой теории к новой возможно понять как процесс превращения понятия» [15; 195]. При такой трактовке связи теории и понятия на последнее переносится вся специфика теории. Между тем специфика теории может оказываться и в условиях использования сложившихся уже понятий. Теория при этом может выявлять определенные особенности центрального понятия. Например, хотя понимание механизма эволюции в современной генетике значительно обогатилось, понятие эволюции в теории Ч. Дарвина и современной биологии в своей основе совпадает.

Наука представляет собой постоянно развивающуюся систему научных теорий, а теория в свою очередь представляет собой целостную совокупность понятий, принципов и законов. Без фундаментальных понятий невозможно построение развитых теоретических систем, анализ которых имеет большое значение в развитии самой науки и является необходимым этапом на пути ее дальнейшего развития. Формирование научного понятия чаще всего идет в русле логического формирования теории, поскольку и понятие, и теория относятся к «сущности» одного и того же уровня

исследования [21]. Взаимосвязь научных понятий и теорий носит диалектический характер. В ряде случаев вначале возникают новые понятия (и суждения, связывающие два и более обобщения, строящиеся на опытных фактах). На этой основе создаются новые научные теории. Так, например, на основе понятия «электрон» была создана электронная теория, на основе понятия «квант» - квантовая теория. Создание новых теорий в свою очередь стимулирует развитие науки, практики и, в конечном счете, развитие понятий.

Научные понятия, по сравнению с теорией, более специфически раскрывают сущность изучаемого явления. Вместе с тем, результаты какой-либо теории иногда возможно предоставить в виде одного понятия [15].

При развитии любой научной теории, с переходом ее на более высокий уровень, в новую научную теорию, характеризующуюся более углубленным пониманием сущности изучаемого предмета или явления, одновременно происходит и развитие понятия. Потому что «... система понятий может быть интерпретирована как одно (развитое) понятие сущности предмета, эта система понятий представляет собой теорию» [15; 23]. Все понятия имеют конкретное научное содержание, и анализ объекта исследования позволяет в то же время развивать как научную теорию, так и отражающие ее понятия. Сущность у предмета может быть только одна, поэтому развитие научной теории следует рассматривать и как развитие научного понятия. «Характеризуя научную теорию как единство многообразия, мы характеризуем ее как понятие. Характеризуя понятие как единство многообразия, мы осмысливаем его как научную теорию» [15; 23].

Образование и развитие понятий в учебном познании имеет некоторые общие черты с образованием и развитием понятий в науке и вместе с тем имеет существенные различия.

Как в научном, так и в учебном познании формирование и развитие понятий представляет собой сложный, диалектически противоречивый процесс. Учащиеся не сразу овладевают понятием, а постепенно усваивают его содержание, объем, связи и отношения с другими понятиями [199; 288]. Овладение понятием осуществляется

на основе преодоления противоречия между усвоенными научными фактами и имеющимися понятийной базой, оказывающейся недостаточной для понимания и объяснения новых фактов.

В учебном процессе происходит формирование у учащихся понятий, уже принятых на «вооружение» науки, прочно утвердившихся в науке, широко используемых в научных исследованиях и в практической деятельности людей. Здесь также происходит развитие понятий, но лишь в сознании учащихся, элемент новизны носит субъективный характер. Оно осуществляется под руководством учителя, в результате совместной целенаправленной деятельности учителя и учащихся, определяемой учебными программами, учебными пособиями и состоянием теории и практики обучения.

У детей развитие понятий происходит на основе:

- а) жизненного опыта, их житейских представлений, образовавшихся до изучения основ наук в школе;
- б) целенаправленного процесса формирования понятий при изучении основ наук;
- в) чтения научно-популярной литературы, просмотра кинофильмов, передач по радио и телевидению;
- г) попутного формирования понятий при изучении смежных дисциплин;
- д) практического применения понятий при решении задач и др.

Исследование показало, что в учебном процессе необходимо учитывать все указанные источники возникновения и развития понятий, особенно «донаучные» представления учащихся и попутное формирование понятий, которое осуществляется при изучении смежных дисциплин. Например, в процессе формирования многих понятий на уроках физики важно учитывать их изучение на уроках природоведения, географии, биологии и химии. Здесь важную роль играют учет и осуществление межпредметных связей.

Психолого-дидактические и методические аспекты развития научных понятий исследовались в работах многих авторов [12; 18; 44; 45; 287; 288; 325 и др.]. Так; например; С. Г. Шаповаленко [325] различает следующие способы развития химических понятий.

1. Конкретизация содержания понятий, обогащение их содержания новыми существенными признаками, ознакомление со всеми новыми свойствами и связями веществ.

2. Расширение объема понятий: охват все новых процессов и веществ данными понятиями.

3. Обобщение понятий: синтез частных понятий в более общие; путем абстрагирования общих существенных признаков и распространения их на все предметы и явления, образуемые частными понятиями.

4. Углубление содержания понятий: истолкование химических знаний с точки зрения теорий, все более полно раскрывающих сущность химических превращений и природу веществ.

Развитие понятий, - отмечает М. Н. Верзилин – основная движущая сила всего процесса обучения и воспитания учащихся [45]. По его мнению, учитель должен выделить основные понятия в каждом курсе и непрестанно держать их в поле своего методического зрения, возвращаясь к ним на разном материале и в различных связях. Постепенно развиваясь и осознаваясь, понятия откристаллизовываются в сознании учащихся.

Как отмечали выше, учащиеся овладевают понятиями не сразу. Каждое понятие постепенно развивается, усложняется. Простое понятие; включающее один элемент знания, объединяясь с другими простыми понятиями, образует сложное. Так; понятие «лист» на первом уровне по теме является простым, первичным. Учащиеся узнают, что лист имеет зеленую пластинку с жилками и черешок, т.е. усваивают его внешние признаки. К концу изучения темы, понятие «лист» становится сложным, включающим ряд элементов знаний. Учащиеся знают разные формы листа, анатомическое строение, образование органического вещества в листе путем усвоения углекислого газа на солнечном свету; дыхание листа; испарение листьями воды; приспособительные признаки листьев у различных растений и т.д. Аналогичное развитие претерпевают понятие о семени, корне, цветке и т.д.

Сложный и многообразный состав научных понятий нередко затрудняет учителя в отборе главного, существенного, а учащихся

приводит к бессистемному запоминанию несущественных признаков отдельных объектов и явлений. Понятия, усвоенные на одном из уроков и в дальнейших темах не практикуемые в новых связях, не удерживаются в памяти.

Анализ преподавания в школах и знаний учащихся также показывает, что понятия; в особенности естественнонаучные, недостаточно развиваются и это создает разрывы и пробелы в знаниях учащихся. При рассмотрении программ и учебников также выявляются значительные пробелы и осуществлении развития понятий.

На основе теоретического анализа и обобщения результатов исследований по данной проблеме, особенно работ А. В. Усовой и ее аспирантов, внесших существенный вклад в ее решение, можно отметить некоторые закономерности процесса образования и развития у учащихся научных понятий:

- формирование понятий в сознании учащихся – сложный и продолжительный по времени процесс последовательного раскрытия качественных и количественных особенностей предметов и явлений;
- в процессе изучения того или иного учебного предмета у учащихся вначале формируются отдельные понятия; затем системы понятий;
- усвоение понятия одной системы осуществляется успешнее при условии, если осуществляется их связь с понятиями других систем;
- усвоение понятий данной науки происходит успешнее, если осуществляется их связь с понятиями других наук;
- одновременно с процессом формирования новых понятий идет процесс углубления содержания ранее сформированных понятий. При этом раскрываются все новые и новые стороны понятий; их связи и отношения; уточняются границы их применения;
- параллельно с раскрытием содержания понятий идет процесс дифференцирования понятий, имеющий чрезвычайно важное значение для предупреждения их смещения и др.

Правильная организация процесса усвоения школьниками научных понятий, с учетом вышеназванных закономерностей, овладения методами ее познания способствует дальнейшему

совершенствованию их учебных умений и навыков, самостоятельному и осмысленному усвоению других структурных элементов системы научных знаний не только по одному предмету, но и по дисциплинам смежных предметов.

Выводы

1. Для теории и практики обучения принципиально важное значение имеет глубокое изучение философских, логико-гносеологических теорий, объясняющих природу научных знаний; определение структуры научного знания и взаимосвязи отдельных структурных элементов.

2. Анализ литературных источников, практической деятельности людей в области познания показывает целесообразность выделения научных понятий в качестве основных структурных элементов системы научного знания или конкретного учебного материала. Оно заключается в логической и гносеологической роли понятий в процессе познания. Именно понятия и их связи наиболее полно и глубоко отражают содержание предметов и явлений реальной действительности.

3. Понятие как логико-гносеологические категории имеет сложную и противоречивую природу. Оно выступает как объект, средство и результат познания; является продуктом некоторого этапа в развитии наших знаний о тех или иных объектах материального мира; оно является одной из высших форм мышления; форм отражения материальной и духовной действительности.

4. Как высшая форма отражения объективной реальности понятие играет принципиально важную роль в научном и учебном познании. Цель изучения, например, естественных дисциплин – это понимание сущности явлений природы. А на основе понимания образуются понятия. Усвоение научных законов предполагает установление связей и отношений между научными понятиями. А усвоение научных теорий характеризует степень развития отдельных конкретных понятий и их систем.

5. Понятия в учебном процессе выполняют все функции обучения – образовательную, развивающую и воспитывающую. Знание учителем природы научного понятия как логико-гносеологической категории; ее структуры и характеристики; основных закономерностей формирования и развития у учащихся научных понятий и применение их в практике школьного преподавания является необходимым условием успешной его деятельности. А это играет важную роль в формировании у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения; развития диалектического мышления и политехнического кругозора.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЙ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ

§ 1. Проблема формирования у учащихся научных понятий в психологии и общей диалектике

Проблема формирования у школьников научных понятий разрабатывалась как советской, так и зарубежной психологией. Основа учения о формировании понятий у нас в стране заложена советскими психологами П. П. Блонским, Л. С. Выготским, С. Л. Рубинштейном.

П. П. Блонский [30], основываясь на учении И. П. Павлова об условных рефлексах, вскрыл связь памяти, речи и понятийного мышления с их конкретной деятельностью в условиях обучения. Он считал, что мышление начинает свою деятельность с образования понятий и дает общую схему стадий их развития: 1) стадия дифференцированных, поверхностных понятий; 2) стадия отражения в понятиях не только тождества и единства обобщаемых объектов, но и их противоречий и противоположностей, т.е. стадия приближения к диалектическому мышлению. Большое значение в развитии понятия и мышления он отводил памяти, но предостерегал от переоценки ее значения, считая, что мышление посредством действия или эксперимента идет дальше памяти, и подчеркивая этим его тесную связь с действиями. Речь П. П. Блонский рассматривал как средство для мышления в понятиях, как ту область, где память и мышление сливаются и переходят одно в другое.

Л. С. Выготский [42] усвоение понятий тесно увязывал с развитием психики и умственной деятельности, а ведущим принципом считал единство мышления и речи. Основным признаком усвоения понятий он видел в понимании учащимися места данного понятия в системе других понятий, их отношений, в определении средств оперирования с ними. С проблемой усвоения понятия тесно связывал вопрос о соотношении развития и обучения, считая, что

обучение всегда должно вести за собой развитие. Сформулированные Л. С. Выготским понятия «зона актуального развития» и «зона ближайшего развития», а также положение, что только активная познавательная деятельность приводит к возрастным «психическим новообразованиям», весьма существенна для формирования понятий и развития личности в условиях современного обучения. В своих трудах Л. С. Выготский заложил принцип единства психики и учебной деятельности, теорию развивающего обучения, основы знаковой концепции формирования понятий.

С. Л. Рубинштейн [252] выделял мышление как процесс, как деятельность, отмечая, что мыслительная деятельность является аналитико-синтетической. Основной формой анализа он считал анализ через синтез, что дает возможность рассмотреть предмет изучения с разных сторон, в новых контекстах и связях и тем самым «вычерпать» его многообразное содержание. Важнейшим признаком ума С. Л. Рубинштейн считал умение выделять существенное, выраженное в понятиях. Он раскрыл структуру овладения знаниями: восприятие, осмысление, запоминание и овладение. Последнее позволяет свободно оперировать знаниями и переносить их в разные условия.

Идеи П. П. Блонского, Л. С. Выготского и С. Л. Рубинштейна легли в основу создания современных концепций обучения и усвоения понятий, управления учебной деятельностью.

Ассоциативно-рефлекторная теория научения и образования понятий рассматривает механизм этих процессов как последовательное обогащение ассоциаций, а их сущность – как образование, усвоение связей [254]. Понятия по этой концепции образуются по схеме: от ощущений и восприятий через анализ и синтез к представлениям, а от них – к понятиям. Эта концепция в 60-е годы была широко распространена в предметных методиках естественнонаучного цикла. И в настоящее время она активно используется в решении вопросов установления внутритекстовых, внутрипредметных и межпредметных связей в обучении.

Начиная с 50-х годов, в течении нескольких десятилетий группа советских психологов под руководством Н. А. Менчинской

исследовала вопросы психологии усвоения учащимися научных понятий. При этом под усвоением они понимали познавательную деятельность, в которую включаются не только мыслительные процессы, но и чувства, воля и т.д. «Усвоение возможно только тогда, когда ученик активно действовал с учебным материалом, пробовал применять соответствующие знания. В процессе применения знаний не только раскрываются новые существенные стороны фактов и явлений, не замеченные ранее, но и вырабатываются приемы мыслительной работы, создаются умения мыслить» [18; 7].

Эта группа психологов подробно исследовала основные психические процессы, участвующие в усвоении и применении научных понятий, выявила психологические механизмы становления этих процессов в обучении. Они считают, что: 1) содержание понятий учащихся усваиваются постепенно, по частям, причем у разных учеников процесс усвоения происходит с разной скоростью; 2) долгое время научные признаки понятия искажаются, сочетаясь с «донаучными»; 3) разделение главных и второстепенных признаков понятий и систематизация их устанавливаются лишь постепенно; 4) постепенно происходит и обобщение понятия, которое у слабых учеников часто остается совершенно недостаточным.

Кроме того, в усвоении понятий была изучена роль жизненного опыта учащихся [18; 51; 52; 69; 287]. Было установлено, что предшествующий опыт, «донаучные знания», может играть как положительную, так и отрицательную роль. При этом предлагается использовать прием противопоставления и сравнения на первичном этапе усвоения понятий. Это необходимо и для правильного обобщения знаний. Н. А. Менчинской [199] был сделан общий вывод о том, что для правильного обобщения необходимо варьировать все несущественные признаки изучаемого понятия, сохраняя постоянными только те признаки, которые должны быть положены в основу обобщения. В дальнейшем этот вывод был уточнен в исследованиях Е. Н. Кабановой-Меллер [119; 120]. Таким образом, общая закономерность процесса усвоения понятий состоит в том, «что анализ и синтез усвояемого материала происходит в условиях сопоставления и противопоставления, причем обобщению

существенных признаков способствует сознание несущественности варьируемых признаков» [18; 107].

Одной из широко известных в психологии теорий является теория поэтапного формирования умственных действий. Она возникла и развивалась на базе общепсихологических теорий деятельности и интериоризации.

Интериоризацию изучали многие психологи, в частности французские психологи П. Жане, П. Пиаже и др. В советской психологии этот процесс с марксистских позиций впервые изучал Л. С. Выгодский. Он считал, что «всякая функция (психическая – Э. М.) в культурном развитии ребенка появляется на сцене дважды, в двух планах, сперва – социальном, потом психологическом, сперва между людьми как категория интерпсихическая (т.е. внешнепсихическая, внешняя, практическая), затем внутри ребенка как категория интроспсихическая (т.е. внутриспсихическая, внутренняя, умственная)» [41; 145]. При этом Л. С. Выготский подчеркивал, что в процессе интериоризации складываются и развиваются сознание человека, которого у него изначально нет. Это относится одинаково к произвольному вниманию, к логической памяти, к образованию понятий, к развитию воли. «Таким образом, процесс интериоризации состоит не в том, что внешняя деятельность перемещается в предшествующий внутренний «план сознания», это – процесс, в котором этот внутренний план формируется» [154; 98].

Процесс интериоризации был весьма подробно изучен и исследован П. Я. Гальпериным, Н. Ф. Талызиной и их сотрудниками [55; 277; 286]. Ими было установлено, что переход внешнего, практического действия во внутреннее, умственное действие, есть сложный многоэтапный процесс. Чтобы сформировать у учащихся полноценные умственные действия, их следует провести через следующие этапы.

Первый этап – предварительное ознакомление с целью действия, создание необходимой мотивации у обучаемого.

Второй этап – составление схемы ориентировочной основы действия (ООД).

Третий этап – выполнение действия в материальном или материализованном виде.

Четвертый этап – формирование действия как внешнеречевого, без опоры на материальные или материализованные средства.

Пятый этап – формирование действий в виде речи про себя.

Шестой этап – выполнение действия в умственном плане.

Н. Я. Гальперин указывал, что задача «заключается не просто в том, чтобы сформировать действие, а в том, чтобы сформировать его с определенными, заранее намеченными свойствами... создать условия, обеспечивающие формирование действия с заданными свойствами» [55; 16]. В ряде исследований [277; 286] было показано, что если обучение какому-либо действию проводится, не развернуто, минуя некоторые этапы, то у учащихся формируется неполноценное, ошибочное действие.

«Понятие, - отмечает П. Я. Гальперин, - как целостный образ получается тогда, когда действие, на основе которого оно формируется, пройдя поэтапную обработку, становится обобщенным, сокращенным, автоматическим и подсознательным умственным процессом» [56; 465]. Поэтому поэтапное формирование умственных действий позволяют строить усвоение этих действий (понятий) планомерно, целенаправленно, в желаемом качестве.

Формирование отдельных умственных действий и научных понятий, а также управление этим процессом, исследовано И. Ф. Талызиной [277]. Анализируя мысль Л. С. Выготского об их, что усвоение учащимися понятий начинается с сознания его существенных признаков, которые достигаются введением определения, Н. Ф. Талызина утверждает невозможность передачи понятия в готовом виде. Она пишет, что «Ребенок может получить его лишь в результате собственной деятельности, направленной не на слова, а на те предметы, понятие о которых мы хотим у него сформировать» [277; 146]. Далее она отмечает, что в работах, посвященных формированию и развитию понятий, не учитывается деятельность, ведущая к формированию понятий, и усвоение понятий прослеживается в условиях, когда формирование этой деятельности не организуется. Основываясь на понимании психики как

деятельности, она приводит к выводу, что любой образ, будь то восприятие, представление или понятие, должен быть сопряжен с определенной системой действия. Итак, суть подхода Н. Ф. Талызиной к изучению процесса формирования понятий состоит в том, что она, во-первых, рассматривает этот процесс со стороны деятельности, действий, связанных с формированием и функционированием понятий; во-вторых, прослеживает не условия стихийного усвоения, а в условиях всестороннего управления ходом его формирования. Работая, в основном, с начальными геометрическими понятиями, она установила, что их усвоение предполагает формирование у учащихся действия подведения под понятие. Позже в исследовании М. Б. Воловича были выделены еще два действия: действие выбора системы необходимых и достаточных признаков для распознавания объекта и действие выведения следствий [51].

Разумеется, эти действия не исчерпывают всей системы действий, связанных с формированием и развитием научных понятий, тем более с ее применением.

Отмечая то, что новое понятие может быть получено человеком только через контакт с теми предметами, понятие о которых формируется, Н. Ф. Талызина [277] выделила условия управления процессом усвоения понятий: наличие действия, адекватного поставленной цели; знание структурного и функционального состава выделенного действия; представленность всех элементов действия во внешней, материальной (или материализованной) форме; поэтапное формирование выделенного действия с обработкой всех заданных параметров; наличие пооперационного контроля при усвоении новых форм действия.

Следует отметить, что форма управления процессом учения, предложенная П. Я. Гальпериным и Н. Ф. Талызиной, предполагает жесткую регламентацию действий учащегося, обеспечивающих усвоение нового понятия. В этих случаях возможность проявления самостоятельного мышления учащегося ограничена (кроме III типа учения). Здесь первостепенное значение имеет специальное обучение учащихся строго определенным способом действия.

Психологами был высказан ряд возражений против этой концепции, но подобно тому, как сама концепция не может претендовать на универсальность, так и возражения не опровергают ее целиком, а касаются границ ее применения и достоверности. Например, советский психолог, действительный член АПН СССР А. Н. Леонтьев, подвергнув всестороннему анализу описание в работах П. Я. Гальперина и его сотрудников этапы формирования умственных действий и понятий, правильно отметил, что «не всегда этот процесс происходит по всем трем указанным этапам, а может начинаться прямо с формирования в плане речи, что зависит от предшествующих достижений умственного развития ребенка» [155; 343]. М. Н. Шардаков также утверждал, что предложенный П. Я. Гальпериным и Н. Ф. Талызиной метод формирования понятий по этапам нельзя считать универсальным. Он отмечал, что «Образование понятий путем практического оперирования оказывается эффективным лишь в тех случаях, когда можно тотчас же в процессе усвоения знаний применить их на практике» [332; 214]. «Усвоение понятий школьниками совершается многими и разнообразными методами. Изучать закономерности формирования понятий у них следует не только в соответствии с указанными этапами, но прежде всего путем выявления соотношений их словесно-понятийной, образной и практически-действенной мыслительной деятельности» [332; 215].

Вместе с тем М. Н. Шардаков предлагает следующие этапы формирования научных понятий.

1. Организация наблюдения единичных предметов или явлений.
2. Обогащение наблюдений.
3. Выделение общих и существенных признаков изучаемых предметов и явлений.
4. Уточнение.
5. Определение понятий.
6. Упражнения и практическая проверка.
7. Расширение и углубление понятий [332].

Рассмотренный путь, как отмечает сам автор, не охватывает всех случаев усвоения понятий в процессе обучения в школе. В педагогической практике в зависимости от содержания понятий и

возраста учащихся могут применяться и другие методы, усвоение понятий может идти по другому пути.

Рассмотренные выше этапы являются в той или иной мере общими при формировании понятий разных наук. В связи с этим при формировании понятий, относящихся к разным наукам, содержание и порядок следования общих этапов могут изменяться.

Р. Георгиева и В. Метев (НРБ), рассматривая вопросы формирования физических понятий, отмечают, что в некоторых случаях усвоение понятий начинается с восприятий, наблюдений или практических действий, т.е. основываются на жизненном, личном опыте индивида. В других случаях знания усваиваются на основе представлений, сложившихся в результате словесных описаний, начальных обобщений, исторических данных о богатом жизненном пути ученых-физиков, а также идей, лежащих в основе физики как науки. В этом случае общее и абстрактное значение слов конкретизируется для школьника только на основе ряда научных фактов, объединенных в совокупность, представляющую необходимую и достаточную основу. Они показывают следующую последовательность: единичное → особенное → всеобщее; всеобщее → особенное → единичное (в мышлении) [268].

Точка зрения сторонников поэтапного формирования умственных действий, согласно которой при усвоении новых знаний исходной формой всегда должно быть материальное (или материализованное) действие, не разделяется рядом советских и зарубежных психологов [142; 199; 305], а также дидактов [267]. Психологи обращают внимание на то, что в обучении, наряду с процессом интериоризации, не меньшее значение имеет противоположный процесс - экстериоризация (перенос операции из внутреннего во внешний план), который постоянно осуществляется при формировании сложных по содержанию абстрактных понятий, использовании знаний на практике, при решении различных наглядно-действенных задач.

А. В. Усова [288] отмечает, что в настоящее время в школьном преподавании приходится чаще иметь дело с такими понятиями, при формировании которых невозможно опора ни на непосредственный

опыт учащихся, ни на наглядные образы и чувственно воспринимаемые объекты, ни на реконструируемые воображения представления о явлениях, ни на знания, усвоенные ранее, ни тем более на донаучные представления учащихся. В курсах физики, например, такими понятиями являются понятие об элементарных частицах и квантах, понятие о квантовых числах, в химии – «валентность» и др.

Действительно, начинать в таких случаях формирование понятий с «предметных» действий, или с «чувственного восприятия», не представляется возможным. Здесь возможен иной путь – начинать формирование понятия с определения, т.е. путем «сверху вниз» (Л. С. Выгодский). Преимущественно формирование научных понятий «сверху вниз» Л. С. Выготский видел в том, что этот путь начинается с раскрытия существенных признаков (от определения к реальным предметам) и дает возможность ребенку в дальнейшем произвольно и сознательно действовать с понятием.

На последовательность процесса формирования у учащихся научных понятий высказал свою точку зрения советский психолог В. В. Давыдов. Он совершенно правильно отмечает, что построение учебных программ и связанные с ней учебники должны удовлетворять диалектико-материалистической теорией образования понятий и усвоение их учащимися. Важной частью материалистической теории знания является выделение двух форм обобщения: 1) движение от чувственно-конкретного к абстрактному (создание понятий) и 2) движение от абстрактного к конкретному (опора на понятие при выведении конкретного). В. В. Давыдов утверждает, что при построении учебных программ следует использовать вторую форму обобщения, а именно – от абстрактно-общего к конкретно-частному. Для этого в основу обучения должен быть положен принцип содержательного обобщения, когда знания общего характера предшествуют знаниям частного и конкретного характера. Это значит, что изучение какого-нибудь понятия должно начинаться с ознакомления учащихся с его определением, с общими, абстрактными основами, которые постепенно обрastaют конкретными и частными фактами, свойствами. Этот принцип В. В.

Давыдов характеризовал следующим образом: «Принцип содержательного обобщения и образования теоретического понятия состоит в выделении всеобщей формы какого-либо многообразия явлений, в выяснении происхождения содержания понятия... Последующее усвоение может осуществляться путем восхождения от абстрактного к конкретному» [79; 374]. Тем не менее, в своей последней работе [80] он утверждает, что понятие не должно даваться детям как «готовое знание». Как бы признается необходимость «рассмотрения предметно-материальных условий» происхождения понятий, «постепенно и своевременно переходить от предметных действий к их выполнению в умственном плане». Рассматривая основные положения диалектико-материалистической теории мышления, он рассматривает практическую деятельность как основу человеческого мышления. При этом предлагает использование теории рассудочно-эмпирического мышления при построении учебных программ. Действительно, эмпирическим обобщениям не следует обязательно приписывать знак низкого качества. Существует класс задач, которые решаются учащимися лишь на основе эмпирических обобщений, и здесь «они демонстрируют свое превосходство над теоретическими обобщениями».

Такая тенденция к построению усвоения учебного материала бесспорно прогрессивна. Надо сказать, что данную концепцию необходимо правильно истолковывать. Концепции обучения не означает еще психологической концепции усвоения [161]. Поэтому, - как отмечает И. Я. Лернер, - нельзя смешивать плодотворные предложения путей организации обучения, построения учебного материала с теориями усвоения, признанными объяснить изначальную природу усвоения и его протекания.

Анализ рассмотренных точек зрения психологов на способы формирования у школьников научных понятий показывает, что каждый из авторов стремился доказать, что предлагаемый им способ является единственно правильным, а значит универсальным, пригодным для формирования всех понятий, не зависимо от их содержания и уровня подготовленности детей к их усвоению. Подобное утверждение является в принципе неверным. Как считают

психологи и дидакты (Н. А. Менчинская, М. Н. Шардаков, А. В. Усова и др.) формирование понятий у учащихся может (и должно) осуществляться различными способами. Способ формирования понятия, последовательность чередования этапов должны определяться в зависимости от содержания формируемого понятия, уровня общего развития учащихся, их предшествующего опыта, имеющейся у них понятийной базы, уровня познавательных способностей, воображения и т.д. [288]. В одних случаях оно может начинаться с анализа фактов и явлений, известных учащимися из их повседневного опыта. Так, например, поступают при формировании понятий «сила», «давление», «механическая работа». Формирование многих географических («река», «озеро», «гора», «берег» и др.), биологических понятий («растение», «корень», «лист» и др.) также начинается с наблюдений, чувственно-конкретного восприятия, с опоры на представления, которые затем обобщаются, трансформируясь в понятия. В других случаях (например, при образовании понятий, не имеющих аналогов в жизненном опыте учащихся, в их повседневных наблюдениях) необходима организация целенаправленных наблюдений учащихся за явлениями, демонстрируемые учителем или воспроизводимыми самими учащимися. Так происходит образование ряда понятий на первом этапе изучения физики (например, «диффузия», «конвекция», «излучение»).

При образовании сложных понятий, выражающих сложные свойства и отношение объектов или величин, их характеризующих, например, понятий «электрический заряд», «сила тока», «напряжение», «сопротивление», одних наблюдений недостаточно. В таких случаях необходима постановка опытов с последующим теоретическим анализом данных опыта.

При образовании ряда понятий опора на конкретно-чувственное восприятие невозможна. В таких случаях оно начинается с постановки проблемы и описании классических опытов, анализ результатов которых привел в науке и образованию новых понятий.

На второй ступени изучения физики формирование многих обобщающих понятий может быть начато с определений или

раскрытия содержания понятия (например, «материя», «движение», «энергия» и др.) другими способами. Это не означает, что при этом отсутствует чувственно-конкретное восприятие. Оно имело место при изучении физики на первой ступени. Данные чувственно-конкретного восприятия к этому моменту в сознании учащихся переработаны и обобщены.

Вопросам методики формирования у учащихся естественнонаучных понятий большое внимание уделялось дидактами: М. Н. Верзилиным, М. Н. Скаткиным, С. Г. Шаповаленко, А. В. Усовой, Н. В. Гиттис, С. И. Ивановым и др. Ими предпринята попытка выявить некоторые особенности образования и развития понятий, и в соответствии с этим определялись основные этапы усвоения понятий. Обобщая результаты их исследований, можно отметить, что этапы формирования сложных естественнонаучных понятий должны иметь следующую структуру.

1. Анализ фактов, выделение и сравнение типичных объектов в целях выявления общих признаков данной совокупности.
2. Отбор существенных признаков, ограничение их от несущественных.
3. Синтезирование существенных признаков понятия в определение.
4. Уточнение и закрепление в памяти существенных признаков понятия.
5. Дифференцировка сходных по каким-либо признакам понятий.
6. Установление связей данного понятия с другими понятиями.
7. Применение сформированного понятия в решении задач в рамках одного предмета.
8. Классификация понятий, определение места понятия в соответствующей классификации.
9. Опора на данное понятие при усвоении нового понятия.
10. Установление новых связей и отношений данного понятия с понятиями других дисциплин.
11. Применение понятия в решении задач межпредметного характера.

Исследования, проведенные в последние годы, показали, что исключение из процесса формирования сложных понятий хотя бы одного из описанных этапов приводит к определенным недостаткам в усвоении понятия учащимися, вызывает у них определенные трудности по оперированию понятием при решении различного рода задач, и прежде всего задач творческого характера. Например, нашими исследованиями установлено, что исключение из процесса формирования понятий 4-го и 5-го этапов, имеющего целью уточнение признаков, ученики испытывают затруднения даже в решении элементарных задач, так как они еще не усвоили существенные признаки, не отделили их должным образом от несущественных; в их сознании новое понятие еще не отдифференцировано от ранее усвоенных понятий, не установлены связи и отношения с другими понятиями.

Чтобы учащиеся сознательно усвоили понятия, нужно дать им возможность наблюдать конкретные предметы и явления, сравнивать их, находить сходство и отличие, выделять общее, существенное, отбрасывать второстепенное. Все это, конечно, должно делаться под руководством учителя и с его помощью. Это руководство осуществляется путем постановки перед детьми последовательного ряда вопросов, направляющих внимание на существенные свойства, связи изучаемых предметов и явлений природы [263; 159]. Необходимость вводить в обучение решение познавательных и практических задач, способствующих успешному усвоению научных понятий, многократно подтверждена практикой обучения и специальными исследованиями [167-173]. Однако наблюдение за работой учащихся экспериментальных классов [167; 172; 173; 184] показало, что для разных по уровню знаний учащихся нужно различное количество упражнений, чтобы обеспечить полное усвоение понятий. Отсюда возникает необходимость в проведении специальных исследований в плане уточнения количества упражнений, необходимых различным группам учащихся для полного усвоения понятий, а также выяснения способов варьирования упражнений в зависимости от индивидуальных особенностей учащихся с целью успешного усвоения понятий каждым учеником.

§ 2. Состояние проблемы формирования у учащихся научных понятий в частных дидактиках

В теории обучения основы формирования научных понятий складывались в период зарождения и становления советской дидактики и частных методик. Как уже отмечалось выше, в наиболее целостном виде дидактико-методические основы были разработаны методистами - естественниками в 50-60-е годы. Ими были определены принципы, среди которых особо выделен принцип развития понятий, этапы формирования частнопредметных научных понятий, найдены условия успешной реализации в процессе обучения. Разработана теория развития понятий [45; 287], определены стадии и методические пути развития понятий [325], выявлены основные этапы формирования и влияние самостоятельных работ на усвоение понятий [286; 287], определена роль упражнений, наблюдений и эксперимента в образовании понятий [16; 45; 281; 338].

Формирование предметных понятий исследовалось многими методистами. Одно из первых целенаправленных исследований проблемы формирования понятий принадлежит известному методисту-физику С. И. Иванову [109; 110].

Изучением процесса формирования у учащихся физических понятий занимался и занимается в настоящее время большой круг исследователей, выполнен ряд диссертационных исследований. Например, в работе Ф. А. Щепотьевой [338] анализируются ошибки, которые допускаются учащимися при усвоении таких физических понятий, как «удельный вес», «давление твердых тел», «выталкивающая сила жидкостей». При этом она считает, что основным условием, способствующим осознанному усвоению физических понятий, является практика решения вычислительных задач. Конечно, в процессе решения вычислительных задач полнее раскрывается содержание понятия, устанавливается существенная связь и отношения между понятиями, но усвоение понятий осуществляется тем успешнее, чем раньше к началу образования понятия происходит уточнение признаков и дифференцировка

понятий, а также установление межпредметных связей некоторых понятий.

Л. И. Тигранова [281] в своем исследовании показала, что, если ученики не понимают существенных признаков понятий в смысле их практического применения, то данные понятия не могут быть ими осознаны в полном смысле этого слова. Однако в работе не даются психологически обоснованные приемы, которые оказались бы наиболее эффективными в устранении указанных недостатков формирования понятий.

Очень интересна диссертация Э. А. Флешнер [305], в которой ставятся и решаются вопросы, связанные с психологическими особенностями применения знаний по физике на практике в зависимости от характера их усвоения.

Процесс образования некоторых физических представлений у учащихся начальных классов и целенаправленное формирование понятий при обучении физике на первой ступени исследованы в работах [48; 95; 336]. Некоторые педагогические основы и дидактические принципы формирования физических понятий, а также роль экспериментов в этом процессе отражены в исследованиях [12; 17; 47; 66; 69; 97; 280; 330; 337] и других.

В исследованиях [92; 201; 264; 270; 319] отмечены некоторые недостатки в процессе формирования у учащихся отдельных понятий механики и их систем. Ими же даны ценные методические рекомендации по преодолению имеющихся недостатков.

Анализ работ, посвященных проблемам формирования у школьников физических понятий, умения самостоятельно приобретать и применять знания, показывает, что продолжительное время эти две проблемы исследовались независимо друг от друга, хотя в отдельных работах имеются указания о положительном влиянии различного рода самостоятельных работ на качество знаний школьников. Эти проблемы в тесной взаимосвязи рассматривались в исследованиях А. В. Усовой и ее аспирантов. В них достигнуты определенные успехи в разработке теории формирования физических понятий и организации самостоятельных работ по овладению понятиями. Ею показаны основные этапы формирования и развития у

учащихся основополагающих естественнонаучных понятий, определены требования к учащимся по их усвоению к моменту окончания средней школы и др.

Под ее руководством выполнены ряд исследований, посвященных формированию у учащихся физических понятий. Например, В. А. Черкасов [317] исследовал дидактические основы построения системы упражнений с целью формирования понятий кинематики; В. Д. Хомутский [308] рассматривал влияние межпредметных связей физики и математики на формирование физических понятий. Нами был исследован и обоснован вопрос о необходимости выполнения упражнений учащимися на начальном этапе формирования физических понятий, определены дидактические принципы построения системы упражнений и разработана методика включения их в учебный процесс [167]; Г. А. Гурьянов [69] рассматривал особенности формирования понятий о физических величинах в курсе физики 6 класса; Г. Г. Гранатов [66] пытался раскрыть и теоретически обосновать методику формирования у школьников понятий квантовой физики; А. И. Подольский [236] на материале курса физики первой ступни рассматривал организацию учебной деятельности школьников при формировании первоначальных понятий и др.

Вопросы методики формирования физических понятий нашли свое отражение в учебных пособиях по методике преподавания физики, в отдельных монографиях, в учебно-методических пособиях для учителей, в статьях научно-методических журналов.

Авторы учебных пособий по методике преподавания физики, так или иначе, рассматривают вопрос о связи процессов формирования понятий и повышения качества знаний учащихся, применения понятий на практике. Так, С. И. Иванов в своей статье в книге «Основы методики преподавания физики» отмечает, что «объем содержания обучения огромен. Запоминание всех частных представлений собой непосильную задачу. Однако один из путей успешного усвоения содержания обучения – это формирование в сознании учащихся системы основных физических понятий» [221, с.119-120]. Он ориентирует учителя на выявление в процессе

обучения связей между явлениями, величинами, законами, на оценку этих связей. А это несовместимо с формализмом обучения, с натаскиванием и ставкой на механическое запоминание учебного материала.

Психолого-дидактические основы формирования у учащихся физических понятий на первой ступени обучения и особенности методики формирования понятий у учащихся IX-XI классов кратко изложены в пособиях по методике преподавания физики, выпущенных под редакцией В. П. Орехова и А. В. Усовой [203]. Главные особенности заключаются в следующем: наличие у учащихся IX-XI классов понятийной базы, полученной в процессе изучения физики и других естественнонаучных дисциплин в VII-VIII классах; в процессе изучения курса физики второй ступени происходит развитие понятий; многие из формируемых здесь понятий являются высокой степени абстрактными, такие как «материальная точка», «система отсчета», «математический маятник», «состояние системы», «идеальный газ», «точечный заряд», «электронное облако», «точечный источник света» и др.

Результаты исследований по формированию у учащихся физических понятий в систематизированном виде изложены в новом издании «Основ методики преподавания физики» [222]. В них рассматриваются значение формирования у учащихся физических понятий, этапы их усвоения, самостоятельная работа учащихся при усвоении понятий и др.

Процесс формирования физических понятий, определение физических понятий и их роль в обучении рассматриваются и в работах А. И. Бугаева [20]. Автор указывает, что в большинстве случаев работа учителя по формированию физических понятий складывается из следующих этапов: а) накопление наблюдений и создание «понятийной» базы для введения нового понятия; б) выбор и научный анализ конкретной ситуации, обеспечивающей возникновение в сознании учащихся нового понятия; использование модельных представлений; в) анализ изучаемого объекта или явления и обнаружение его связи с другими; г) формулирование определения понятия; д) конкретизация и развитие понятий.

Теория и практика реализации процесса формирования у учащихся научных понятий нашла отражение в докторской диссертации А. В. Усовой и в ее монографии «Формирование научных понятий у школьников в процессе обучения» [287; 288]. Эти работы явились итогом многолетних исследований данной проблемы.

Решению данной проблемы посвящены монографии и учебно-методические пособия других авторов. Например, вопрос о методологическом содержании и значении физических понятий и о задачах в формировании картины мира рассматриваются в монографии В. Ф. Ефименко [93]. Он уделяет особое внимание мировоззренческому аспекту формирования понятий в преподавании физики.

Раскрытию диалектического характера физических явлений, материалистическому истолкованию их, формированию у учащихся научного мировоззрения посвящена работа В. Н. Мощанского [214]. Он убедительно доказывает, что понимание физической картины мира и глубокое усвоение основ физики – фундамент научного мировоззрения школьников.

Применение общенаучных методов познания при изучении курса физики в средней школе, связь физики с философией и ленинские принципы критики «физического» идеализма нашли отражение в пособии для учителей, написанном Н. П. Семькиным и В. А. Любичанковским [265]. Оно не является методической разработкой и представляет самим учителям определять целесообразность освещения на уроках тех или иных вопросов методологии, что вызывает некоторые затруднения в практической деятельности учителей.

Некоторые методологические вопросы формирования понятия материи, движения, а также развитие понятия массы, силы, температуры, работы и энергии в курсе физики средней школы в историческом аспекте рассматриваются в пособии Б. И. Спасского [261]. В нем даны методические рекомендации, помогающие учителю решать задачи формирования диалектико-материалистического мировоззрения у школьников на уроках физики. Некоторые методологические аспекты формирования мировоззрения и стиля

мышления учащихся при обучении физике рассмотрены в межвузовском сборнике научных трудов, подготовленного сотрудниками ЛГПИ им. А. И. Герцена [205].

Формирование у учащихся физических понятий, так или иначе, связано с активизацией познавательной деятельности, становлением и развитием логического мышления [102; 111; 249]. Большую методическую помощь окажут учителям школы предлагаемые автором пособия [249], задания для работы над смыслом физических понятий, для установления причинно-следственных связей, а также приемы применения дедуктивных умозаключений и логической обработки результатов физических опытов.

Практический интерес у учителей физики вызывает пособие Р. Ю. Волковыского [52], посвященное вопросам логики введения физических понятий в курс физики средней школы. Анализируя трудности, связанные с введением физических понятий, автор намечает пути предотвращения типичных ошибок учащихся в определении понятий. Заметим только, что автор неправомерно располагает в один ряд родовые понятия («понятие») и один из видов понятия – величину, что находится в противоречии с законами логики.

Изучению понятия величин на уроках физики и математики с позиций межпредметных связей посвящено пособие [70]. В первой его части раскрывается понятие величины, которое используется во многих науках, но для математики и физики является наиболее характерным. Языком величин формулируются физические законы, принципы, теории. Непонимание соотношений между реально существующим миром и величинами, которые его отражают, как правильно отмечают авторы, может привести учащихся к разрыву представлений о самой природе и о языке величин, описывающем ее. Во второй части авторы делятся опытом своей работы по формированию понятий скалярной и векторной величины в школе.

Вопросы изучения термодинамики и молекулярной физики рассматриваются в пособиях Н. М. Бергера и Л. И. Свиткова [16; 262]. Н. М. Бергер особое внимание уделяет формированию первоначальных термодинамических понятий, таких, как понятие о

термодинамической системе и термодинамических параметрах, о температуре, о термодинамическом равновесии системы и др. Даются упражнения, позволяющие выяснить степень усвоения учащимися термодинамических понятий.

При формировании физических понятий важное значение приобретает физический эксперимент. Использование эксперимента при введении понятия, постановка эксперимента с целью установления связей между изучаемыми понятиями, применение эксперимента для углубления и закрепления знаний и др. вопросы рассмотрены в работе Т. Н. Шамало [329; 330]. В основном она посвящена формированию понятий механики.

Методика формирования химических понятий – ее становление и развитие – связана с именами выдающихся химиков-методистов [19; 46; 91; 131; 146; 147; 307; 313; 316; 318; 325 и др].

В. Н. Верховский [46] впервые сформулировал принципы формирования химических понятий: раскрывать в обучении диалектику развития понятий через гипотезы и противоречия в условиях «исследовательского метода»; постепенно подводить учащихся к новому понятию; развивать понятия в процессе обучения.

И. Н. Борисов [19] сформулировал ряд требований к формированию понятий: конкретизировать, углублять содержание, обобщать, систематизировать, уточнять, использовать и закреплять приобретенные понятия. В качестве основных моментов этого процесса он выделял: восприятие, осмысление, закрепление и применение понятий. Он выделил пять этапов формирования понятий: 1) живое созерцание и непосредственное наблюдение веществ и явлений; 2) объяснение фактов и их обобщение на основе теории; 3) обобщение частных понятий в более общие; 4) систематизация понятий; 5) применение усвоенных понятий при изучении нового материала. В качестве основных понятий он выделил вещество и химическую реакцию.

Идею детальной разработки методики формирования наиболее сложных для учащихся понятий отстаивал, и воплотил в своей работе Д. М. Кирюшкин [131].

Попытка преодолеть рецептурный характер методики формирования химических понятий на первоначальном этапе обучения была предпринята С. Г. Шаповаленко и П. А. Глориозовым [331]. Они впервые обосновали принципы отбора понятий и их систем, необходимость выявления в их содержании сущности, подходы и методы формирования фундаментальных понятий.

А. А. Смирнов [266] сформулировал следующие принципы индуктивного формирования химических понятий: 1) понятие формируются индуктивно, а применяются дедуктивно; 2) при формировании первичных понятий сначала объект изучается в «чистом» виде, вне его связей, затем раскрывается все его многообразие; 3) понятие формируется на основе преемственности: на каждом новом теоретическом уровне надо не переучивать, а плавно развивать знания; 4) определения понятий должны развиваться вместе с содержанием понятий.

Опираясь на материалистическую диалектику, психологию и дидактику, С. Г. Шаповаленко раскрыл процесс образования и сущность формирования понятий, этапы и способы их развития. К важнейшим способам развития понятий он отнес: 1) конкретизацию содержания понятия и его обогащение; 2) расширение объема понятий; 3) деление понятий по подчиненности, достигаемое классификацией объектов; 4) обобщение, синтез отдельных понятий в более общие; 5) теоретическое углубление содержания понятий. Эти выделенные способы развития понятий позволили конкретизировать деятельность учителя и учащихся на каждом этапе и раскрыть методические пути формирования понятий.

Обогащая методические идеи А. М. Бутлерова [22], методисты-химики [313; 318] разработали концепцию проблемного построения курса органической химии: развертывание и генерализация содержания его понятий вокруг ведущих теорий и идей, лежащих в основе его построения; раскрытие генетических связей соединений; установление зависимости свойств веществ от их строения и успехов целенаправленного синтеза.

В связи с модернизацией химического образования в 60-70-х годах изменилась и методика формирования химических понятий.

Внимание методистов было приковано к разработке новых теоретических вопросов – как изучать строение веществ и закономерности химических реакций. Содержание понятий о химической связи и энергетике химических реакций разработаны и внедрены в практику обучения Г. И. Шелинским [333; 334]. Существенную роль в разработке новой методики формирования общего понятия о химической реакции сыграла работа Т. З. Савич [253], системы понятий органической химии в работах Л. А. Цветкова, И. Н. Черткова, С. Н. Дроздова и др. [91; 313; 318].

Одной из последних работ по формированию химических понятий явилась докторская диссертация Н. Е. Кузнецовой [146; 147]. Она считает, что совершенствование методики формирования фундаментальных понятий должно быть направлено на формирование творческой и активной личности. Это требует повышение системности, интегративности и функциональности теоретических систем знаний, активизации творческой познавательной деятельности учащихся по оперированию и применению научных понятий; повышение научного и методологического уровня обучения химии.

Разнообразные биологические знания по своему содержанию, широте и глубине познания могут принимать разные формы, среди которых большое место занимают биологические представления и биологические понятия. Известный методист-биолог Б. В. Всесвятский в своих работах [53] разделял биологические понятия на предметные, предметно-системные и системные. Предметные биологические понятия отражают сущность небольшой группы познаваемых объектов. В процессе развития предметные биологические понятия, вскрывающие сущность отдельных предметов и процессов, по мере накопления знаний могут постепенно переходить в предметно-системные понятия, в которых устанавливаются взаимные связи и зависимости между предметами и процессами. В свою очередь предметно-системные понятия после углубления, расширения и обобщения могут преобразовываться в системные понятия. На этой основе формируются общие биологические понятия.

В свете системного подхода важнейшим требованием к формированию общих биологических понятий является установление взаимосвязей предметных и предметно-системных понятий и на этой основе постепенно синтезирование более общих и более сложных понятий, устанавливающих, в свою очередь, связи между ними. Отдельное же изолированное понятие не может длительное время существовать в памяти учащегося, оно быстро забывается [53].

Таким образом, анализ работ, посвященных формированию научных понятий, показал, что в них, в основном, выявлены некоторые закономерности и особенности процесса формирования научных понятий, исследованы критерии и уровни усвоения понятий, а также некоторые пути предупреждения возможных ошибок. Авторы данных работ рассматривают этот процесс при изучении одного конкретного учебного предмета, при формировании частнопредметных понятий, не отражая в нем влияния знаний, получаемых учащимися при изучении других учебных дисциплин. Это снижает эффективность процесса усвоения учащимися сложных естественнонаучных понятий.

В методах и средствах формирования понятий, применяемых в различных учебных дисциплинах, недостаточно учитываются закономерности усвоения понятий. Это обуславливает низкий уровень усвоения понятий, способствует возникновению ошибки, получившей название «расщепление понятия». Этим объясняется и то, что учащиеся не в состоянии переносить знания и умения, полученные при изучении одного предмета, на изучении других предметов. В результате такие знания оказываются разрозненными, не объединенными в единую целостную систему, а значит не оперативными, малоподвижными и малодейственными.

Несмотря на многочисленные работы по проблемам межпредметных связей и формирования научных понятий, недостаточно исследований по выявлению роли межпредметных связей в формировании системы понятий, общих для ряда естественных предметов. Эта проблема частично затрагивается в диссертационных работах [12; 43; 96; 121; 148]. В них впервые рассматривается влияние внутрипредметных и межпредметных

связей на процесс формирования у учащихся научных понятий, показывается, насколько велика роль межпредметных связей в повышении качества усвоения научных понятий, а также роль в развитии мышления и мировоззрения школьников. Однако эти вопросы полностью не разработаны ни в одном из перечисленных исследований.

§ 3. Анализ качества усвоения учащимися естественнонаучных понятий

Система понятий и связи между ними составляют основу логической структуры учебного материала. А результаты усвоения учащимися научных понятий в известной степени зависят от способов раскрытия в учебниках содержания понятий, последовательности их изучения, характера установления связей и отношений между понятиями.

Поскольку одну и ту же систему знаний можно объяснить по-разному, сравнение различных способов объяснения одного и того же вопроса представляется первостепенной задачей для дидактики. В этом отношении определенный интерес представляет сравнительный анализ учебных текстов, с помощью которого можно получить некоторые объективные данные об объяснении одних и тех же вопросов программы в различных учебных пособиях.

Анализ учебных программ, учебников с целью выделения состава основных фундаментальных естественнонаучных понятий, выявления способов отражения их содержания в учебных пособиях будет рассматриваться в четвертой главе. Здесь мы кратко остановимся на качестве усвоения понятий учащимися средней школы.

В течении ряда лет (с 1974 г.) нами изучалось качество усвоения естественнонаучных понятий учащимися VII-XI классов школ Киргизской ССР. Оно осуществлялось посредством проведения контрольных работ и анкетирования, которыми было охвачено более 1500 учащихся. Контрольные работы включали в себя вопросы, ответы на которые дают возможность судить об уровне усвоения учащимися таких понятий как «материя», «движение», «вещество»,

«масса» и др. Приведем примеры контрольных вопросов и результатов анализа ответов учащихся.

Задание 1.

1. Перечислите общие понятия, относящиеся к физике, химии и биологии.

2. Что такое явление? Чем отличается физическое явление от химического?

3. Перечислите методы исследования физической и химической науки.

4. Что означает понятие «величина» в математике, физике и химии?

5. В чем Вы видите связь физики, химии и биологии?

Результаты анализа ответов учащихся XI классов (150 чел.) на вопросы задания приведены в таблицах 1-5.

Таблица 1. Результаты анализа ответов учащихся на вопрос
«Перечислите общие понятия, относящиеся в физике,
химии и биологии»

Понятия	% учащихся, назвавших данное понятие	Понятия	% учащихся, назвавших данное понятие
Материя	66,6	Энергия	50,0
Вещество	76,6	Излучение	3,0
Движение	83,0	Давление	16,6
Молекула	46,6	Ядро	16,6
Атом	50,0	Температура	10,0
Масса	73,3	Время	6,0
Электрон	3,0	Заряд	13,3
Объем	13,3	Работа	3,0
Плотность	13,3	Реакция	46,6

Таблица 2. Результаты анализа ответов учащихся на вопрос «Что такое явление? Чем отличается физическое явление от химического?»

% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, не давших ответа
50	48	2

Таблица 3. Результаты анализа ответов учащихся на вопрос «Перечислите методы исследования физической и химической науки»

Методы, названные учащимися	% учащихся, назвавших данные метод
Наблюдение	33,3
Опыт	26,6
Теория	3,3
Эксперимент	3,3
Величина	50,0
Гипотеза	3,3
Явление	1,0
Закон	1,0

Таблица 4. Результаты анализа ответов учащихся на вопрос «Что означает понятие «величина» в математике, физике и химии?»

% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответа
26,7	63,3	6,7	3,3

Примечание: большинство учащихся раскрыли содержание величины применительно только к математике или физике.

Таблица 5. Результаты анализа ответов учащихся на вопрос «В чем Вы видите связь физики, химии и биологии?»

% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответа
16,7	66,7	6,6	10,0

Анализ ответов учащихся на первое задание свидетельствует о том, что не все учащиеся могут перечислить понятия, общие для естественных предметов. Почти половина одиннадцатиклассников не ясно представляют содержание понятия «явление» и не могут отличить физическое явление от химического. Недостаточным оказался уровень знаний о методах исследования естественных наук.

50,0 % от числа опрошенных к методам исследования относят понятие «величина», а некоторые (от 1% до 3,3%) называли в числе методов исследования явление, закон, теорию и т.д. Почти все учащиеся понятие «величина» связывают только с физикой или только с математикой. Никто из опрошенных не связал понятие «величина» с химией. Однако и здесь правильные ответы дали всего 26,7% опрошенных.

На пятый вопрос учащиеся дали самые разнообразные ответы. Во многих ответах прозвучала связь физики с техникой, химии с технологией, биологии с медициной, а о связи физики, химии и биологии как наук о живой и неживой природе. Об их единых объектах изучения и предметах исследования мало кто говорил.

Отсюда вытекает вывод о выделении понятий, общих для предметов естественнонаучного цикла и формировании у учащихся общих подходов к усвоению этих понятий.

Второе задание содержало вопросы о материи. Содержание вопросов и характеристика ответов отражена в таблице 6.

Таблица 6. Характеристика ответов учащихся на вопросы задания о материи

№	Содержание вопросов	% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответов на вопросы
1.	Что такое материя?	43,3	56,7	-	-
2.	Какие виды материи вы знаете?	23,3	70,0	3,3	3,3
3.	Какие основные способы существования материи?	20,2	53,3	26,7	-
4.	Какие науки изучают материю? Чем они отличаются?	23,3	70,0	-	6,7
5.	Что такое научная картина мира?	33,3	3,3	-	63,3

Как видно из таблицы 6, на поставленные вопросы верно ответили лишь от 20 до 43,3% учащихся. При проверке контрольных работ правильным считались те ответы, которые соответствовали содержанию учебников физики, химии, биологии и обществоведения для средней школы.

На пятый вопрос более 63,3% опрошенных не дали ответа, 33,3% - охарактеризовали физическую картину мира (ФКМ) как наиболее общую форму отражения природы физической наукой. Нет ни одной работы, где ФКМ определялась бы как модель природы, включающая в себя представления физической науки о материи, движении, взаимодействии, пространстве и времени, причинности и закономерности. Никто не указал на обобщенную, систематизирующую и мировоззренческую функции ФКМ. Отсюда следует, что в преподавании физики (естественно и других предметов) очень мало уделяется внимания формированию у учащихся научной картины мира. В ходе исследования путем беседы с учителями выяснилось, что большинство учителей даже не считают нужным напоминать учащимся о научной картине мира, формирование которой призваны осуществлять все предметы естественнонаучного цикла.

Третье задание включало в себя вопросы о движении. Результаты анализа ответов учащихся на эти вопросы отражены в таблице 7.

Таблица 7. Характеристика ответов учащихся на вопросы задания о движении

№	Содержание вопросов	% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответов на вопросы
1.	Что такое движение?	40,0	56,7	3,3	-
2.	Какие формы движений Вы знаете?	70,0	30,0	-	-

3.	Как Вы понимаете превращение движения из одной формы в другую?	30,0	40,0	6,7	23,3
4.	В каких предметах изучали «движение»? Что Вы о нем узнали?	30,0	66,7	3,3	-
5.	Какими величинами характеризуется движение?	40,0	53,3	-	6,7

Отвечая на первый вопрос данного задания, многие учащиеся дали определение механического движения, и соответственно виды движений различают как равномерное и неравномерное, прямолинейное и криволинейное, равноускоренное и равнозамедленное. А превращение движений из одной формы в другую определяют как переход от равномерного движения к неравномерному или наоборот. Знания учащихся ограничены внутри одного предмета (физики), даже внутри раздела (кинематики), не обобщены до уровня межпредметных связей.

Четвертое задание имело целью выявить качество усвоения понятия «вещество». Результаты анализа ответов учащихся представлены в таблице 8.

**Таблица 8. Характеристика ответов учащихся на
вопросы задания о веществе**

№	Содержание вопросов	% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответов на вопросы
1.	Что называется веществом?	90,0	10,0	-	-
2.	Назовите известные Вам виды вещества?	70,0	16,7	13,3	-
3.	При изучении каких дисциплин Вы встречались с понятием вещество и что о нем узнали?	90,0	3,3	-	6,6
4.	Какие свойства вещества Вы знаете?	33,3	26,7	16,7	23,3
5.	Что Вы можете сказать о структуре вещества?	66,7	23,3	-	10,0

90% учащихся от числа опрошенных на первый вопрос дали ответ в следующей интерпретации: «то, из чего состоит физическое тело, называют веществом», т.е. на уровне указания, приведенного в

учебнике VII класса. Далее выяснилось, что не все учащиеся ясно представляют это «то». Подавляющее большинство школьников не могут указать, что вещество это вид материи, состоящей из частиц, имеющих массу покоя и пространственные размеры.

Содержание вопросов пятого задания и характеристика ответов учащихся на них приведена в таблице 9.

Таблица 9. Характеристика ответов учащихся на вопросы задания о массе

№	Содержание вопросов	% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответов на вопросы
1.	Что такое масса?	36,7	46,7	13,3	3,3
2.	Характеристики массы (обозначение, формулы, единицы, способы измерения и т.д.).	83,3	16,7	-	-
3.	При изучении каких дисциплин, кроме физики, вы встречались с понятием массы и что	36,7	63,3	-	-

	нового узнали?				
4.	От чего зависит масса тела или частицы?	46,7	6,7	46,6	-
5.	О чем говорит закон сохранения массы? Применение этого закона в живой и неживой природе?	10,0	53,3	-	36,7

Шестое задание включало вопросы об электрическом заряде (табл.10).

Таблица 10. Характеристика ответов учащихся на вопросы задания об электрическом заряде

№	Содержание вопросов	% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответов на вопросы
1.	Что такое электрический заряд?	20,0	46,6	30,0	3,3

2.	Основные характеристики электрического заряда?	30,0	50,0	-	20,0
3.	Что Вы узнали об электрическом заряде при изучении химии?	20,0	56,6	3,3	20,0
4.	Какова роль знания об электрическом заряде в познании природы?	10,0	-	-	90,0
5.	Как Вы понимаете смысл закона сохранения электрического заряда?	43,3	43,3	-	13,4

Седьмое задание требовало от учащихся знаний о работе. Учащиеся при этом дали ответы только о механической работе. Поэтому при проверке мы ограничились оценкой знаний только об одном виде работы. Результаты анализа ответов учащихся на вопросы этого задания приведены в таблице 11.

Таблица 11. Характеристика ответов учащихся на вопросы задания о работе

№	Содержание вопросов	% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответов на вопросы
1.	Что такое работа?	36,7	50,0	3,3	10,0
2.	Какова связь работы с формой движения? Виды работы.	20,0	46,7	20,0	13,3
3.	Условия совершения механической работы?	76,7	3,3	-	20,0
4.	Как Вы понимаете связь работы с энергией?	36,7	50,0	-	13,3
5.	При изучении, каких дисциплин Вы узнали о работе? Приведите примеры.	26,7	33,3	-	40,0

Восьмое задание содержало вопросы об энергии. Здесь также ответы были в основном о механической энергии, хотя в ответах на второй вопрос отмечаются и другие виды энергии (табл. 12).

Таблица 12. Характеристика ответов учащихся на вопросы задания об энергии

№	Содержание вопросов	% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответов на вопросы
1.	Что называется энергией?	26,7	66,7	6,6	-
2.	Какие виды энергии Вы знаете?	73,3	20,0	-	6,7
3.	Что нового об энергии узнали при изучении химии и биологии?	50,0	36,7	-	13,3
4.	Приведите примеры энергий, встречающихся в живой и неживой природе?	26,7	13,3	-	60,0
5.	Приведите примеры использования закона сохранения и превращения	30,0	60,0	-	10,0

	энергий живой неживой природе.	в и				
--	---	--------	--	--	--	--

Все эти вопросы были предложены и учащимся X классов. Участвовало всего 180 человек. Обобщенные результаты ответов приведены в таблице 13.

Таблица 13.

Понятия	Номера вопросов	% учащихся, давших верные ответы	% учащихся, давших неполные ответы	% учащихся, давших неверные ответы	% учащихся, не давших ответов на вопросы
Материя	1	27,7	38,9	22,3	11,1
	2	27,7	50,0	16,7	5,6
	3	16,7	-	33,3	50,0
	4	27,7	55,6	-	16,7
	5	-	5,6	33,3	61,1
Движение	1	11,1	72,2	11,1	5,6
	2	-	94,4	5,6	-
	3	-	66,7	11,1	16,7
	4	-	72,2	11,1	16,7
	5	5,6	72,2	22,2	-
Вещество	1	66,7	5,6	-	27,7
	2	33,3	5,6	16,7	44,4
	3	44,4	5,6	-	50,0
	4	5,6	22,2	22,2	50,0
	5	50,0	5,6	-	44,4

Масса	1	27,7	11,2	11,1	50,0
	2	33,3	33,3	-	33,3
	3	44,4	16,7	-	55,6
	4	5,6	22,2	5,6	50,0
	5	50,0	11,1	-	61,1
Заряд	1	27,7	16,7	5,6	50,0
	2	-16,7	38,9	22,2	38,9
	3	-	11,1	-	72,2
	4	33,3	-	22,2	77,8
	5		5,6	5,6	55,6
Работа	1	5,6	11,1	27,7	55,6
	2	-	11,1	22,2	66,7
	3	33,3	-	5,6	61,1
	4	-	5,6	27,7	66,7
	5	-	-	16,7	83,3
Энергия	1	33,3	-	5,6	61,1
	2	-	33,3	5,6	61,1
	3	11,1	22,2	-	66,7
	4	-	33,3	5,6	61,1
	5	-	33,3	5,6	61,1

Анализ качества усвоения основных естественнонаучных понятий учащимися старших классов школ Киргизской ССР и сравнение с данными других исследований [247; 268] показали низкий уровень их усвоения многими учащимися. У большинства школьников до сих пор наблюдаются типичные ошибки, такие, как первоначальная генерализация, внутрипонятийная и межпонятийная генерализация. Учащиеся оперируют терминами, правильно воспроизводят определение понятий, данные в учебниках, но раскрыть содержание понятий, указать их существенные признаки в измененных ситуациях не могут. Например, правильно отвечая на вопросы «Что называется веществом?», «Назовите известные Вам виды вещества?», школьники не смогли ответить на вопрос «Какие

свойства вещества Вы знаете?». Не могут сказать что-нибудь вразумительное и о структуре вещества.

Приведем примеры определения вещества, данные учащимися.

Верное определение: «Вид материи, состоящей из частиц, имеющих массу покоя».

Неполные определения: «Вещество один из видов материи» (указывают на ближайший род, но не отмечают видовые признаки); «Вещество состоит из частиц, имеющих массу покоя» (указывают лишь один из видов признаков); «Вещество – это высокая концентрация материи» и др.

Сужен объем понятия: здесь учащиеся к веществу относят только то, что имеет атомно-молекулярное или только молекулярное строение.

Существенные признаки указаны неверно: в определениях вместо признаков, присущих только веществу, указываются признаки, присущие и полю, и телу.

Слишком расширен объем понятия: отождествляют вещество с материей.

В определении допущена межпонятийная генерализация: отождествляют вещество с телами («Тела, состоящие из молекул, называются веществом»).

Определяют вещество через понятие совершенно иного рода, т.е. вещество определяют как одно из свойств материи.

Учащиеся допускают ошибки, которые в дидактике называют расщеплением понятий. Например, школьники пишут: «вещества бывают едкими, ядовитыми, летучими, а некоторые как виды вещества перечисляют: железо, вода, соль, водород, алюминий и другие.

Беседы, проведенные с учащимися, показали низкий уровень использования знаний по химии при изучении физики. Наши результаты почти полностью соответствуют данным исследований, проведенных венгерскими методистами [348; 349]. Ими был проведен опрос 400 учеников 14 школ. Вопросы были заданы по темам: агрегатные состояния и их изменения, электричество, изменение внутренней энергии. Средний уровень правильных ответов – 45%.

Хорошие знания показаны по агрегатным состояниям, типам связей, строению кристаллической решетки. Значительно слабее знают ученики строение связей отдельных веществ, плавление и образование растворов. Химические аспекты электрических свойств вещества усвоены 20% от общего числа опрошенных.

Для теории и практики обучения важное значение имеет проведение сравнительного анализа результатов ответов учащихся школ разных регионов, которые изучали физику в разные периоды и по разным программам. Например, мы провели сравнение ответов на вопрос «что называется полем? Учащихся школ Челябинской области [287] и школ Киргизской ССР (табл.14).

Таблица 14. Классификация определений понятия «поле», данных учащимися XI-х классов и их сравнительный анализ

№	Общая характеристика понятия	Вид определения	% учащихся, давших данное определение	
			Челябинская область	Киргизская ССР
1.	Полное	Вид материи, посредством которого осуществляется взаимодействие частиц вещества.	0,6	3,3
2.	Неполное	«Поле – один из видов материи, «Поле – одно из состояний материи» (указывают на ближайший род, но не отмечают видовые признаки. «Полем называют формы	20,8 6,3	18,6 16,0

		материи, не имеющие массы покоя или сильно разряженную материю (указывают один из признаков поля).		
3.	Указывают признаки, присущие не только полю, но и веществу.	Полям называют формы материи, проявляющие по их действию. Полям называют формы материи, находящиеся в постоянном движении.	41,8 6,4	36,6 2,66
4.	Неизвестно, что это такое.	Полям называют «формы материи, проявляющиеся в характерных свойствах (в каких свойствах - неизвестно).	0,9	5,33
5.	В определении указаны признаки, не присущие полю.	«Поле – это то, что мы не можем ощутить». «Поле – вид материи, обладающий массой покоя».	1,8 2,7	4,0 4,0
6.	Допущена тавтология	Поле определяется через поле.	1,8	3,3

7.	Прочие неверные определения		10,5	4,2
8.	Не ответили на вопрос		6,4	3,3

Сравнительный анализ ответов учащихся убедительно показывает, что с формальными определением поля, как и с формальным определением вещества, учащиеся не справились. Многие не смогли в определениях указать существенные признаки понятий. Имея в виду, что заучиванием формальных определений и формулировок учащиеся часто пренебрегают, а в учебниках физики и других предметов при раскрытии содержания понятия не обеспечивается преемственность и не учитывается из развитие, мы предложили учащимся дополнительные вопросы, требующие выделение признаков, присущих и полю, и веществу, а также признаков, присущих только полю.

Из признаков, присущих и полю, и веществу, указывают на:

- наличие массы – 42,3 %
- наличие энергии – 48,2 %
- единство прерывности и непрерывности – 1,2 %
- наличие количества движения – 28,6 %
- свойство распространяться с конечной скоростью – 19,2 %
- реальность существования – 42,3 %
- свойство инерции – 6,2 %
- взаимопревращаемость – 12,4 %
- движение – 48,2 %

Из признаков, присущих только полю, указывают на:

- взаимную проницаемость полей – 58,3 %
- отсутствие массы покоя – 20,2 %
- малую плотность – 38,6 %
- отсутствие локализации в пространстве – 8,2 %
- принцип суперпозиции – 8,2 %

Эти данные свидетельствуют о серьезных недостатках в усвоении учащимися понятий вещество и поле.

Одной из важнейших в естественных предметах является понятие энергия. Для развития понятия энергия важное значение имеет формирование понятия о внутренней энергии тел, но этого в действительности не происходит по двум причинам.

Во-первых, потому, что содержание самого понятия в школе раскрывает недостаточно, поверхностно: в учебнике физики для VIII класса внутренняя энергия определяется как совокупность кинетической и потенциальной энергии молекул, то есть включает только один из компонентов характеристики внутренней энергии. В учебнике физики для XI класса внутренняя энергия определяется как энергия движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело. Под частицами нужно понимать не только молекулы, но и атомы, и уже отсюда можно заключить, что под внутренней энергией тел нужно понимать энергию молекул и атомов, составляющих тела. И только незначительная часть учащихся (около 30 %) считают, что внутренняя энергия включает энергию не только молекул и атомов, но и энергию частиц, из которых состоит атом.

К сожалению, на уроках весь процесс формирования понятия внутренней энергии сводится к его определению и рассмотрению способов изменения внутренней энергии. При этом способы изменения внутренней энергии изучаются в чисто описательном плане. Динамика способов изменения внутренней энергии не рассматривается.

Серьезным недостатком в построении ныне действующих учебников физики является то, что в них не используется возможности для развития понятия внутренней энергии при изучении электричества и оптики. Так, например, тепловое действие тока, нагревание проводников при прохождении по ним тока не связывается с изменением внутренней энергии проводника; процессы взаимодействия света с веществом также не рассматриваются с энергетической точки зрения. Даже процессы теплового излучения описаны в учебнике так, что в тексте нигде не употребляется термин «внутренняя энергия». Речь идет о «нагревании» и «охлаждении» тел,

но это никак не связывается с изменением их внутренней энергии. Для углубления понятия внутренней энергии не используется и изучение строения атома. Все это приводит к тому, что это важное понятие продолжает оставаться неполно усвоенным до окончания средней школы.

В определениях внутренней энергии, приведенных учащимися VIII-XI классов в контрольных работах выявлено семь видов ошибок.

1. Отождествляют внутреннюю энергию с полной энергией тела. Например, пишут: «Внутренняя энергия тела – это энергия, которой обладает определенное тело».

2. Отождествляют внутреннюю энергию тел с механической энергией. Например: «Кинетическая энергия тела вместе с потенциальной энергией называется внутренней энергией».

3. Дают неоднозначное определение, такое, как «Сумма кинетической и потенциальной энергии называется внутренней энергией тел». В определении не указано, о какой энергии идет речь: или о кинетической и потенциальной энергии частиц, составляющих тело, или о кинетической и потенциальной энергии тел.

4. Определяют внутреннюю энергию только как энергию беспорядочного движения и взаимодействия молекул, т.е. дают неполное, узкое определение.

5. Дают неполные и неточные определения. Например: «Внутренней энергией называется энергия движения». В определении не указано, какое движение имеется в виду – движение тела или движение частиц, составляющих тело.

6. Отождествляют понятие внутренней энергии с теплотой («Внутренняя энергия – это теплота»). Такого рода ассоциация не случайно возникает у учащихся.

7. Понятие «внутренняя энергия» подводится под отдаленное родовое понятие «сила» или «тело». Например: «Внутренней энергией называется тело, которое обладает энергией вследствие своего состояния».

Для ответов учащихся о способах изменения внутренней энергии тел характерны следующие ошибки:

1. Многие учащиеся рассматривают как соподчиненные такие понятия, как теплопередача и ее виды, понятие работы и условия, при которых она совершается (удар, трение, деформация).

2. Многие учащиеся, перечисляя способы изменения внутренней энергии, располагают в один ряд такие понятия, как температура, нагревание, охлаждение, теплопередача, работа.

3. Вместо способов изменения внутренней энергии тел перечисляют способы изменения механической энергии («Изменение высоты подъема тела над землей, изменение скорости движения тела» и т.п.).

Выводы

1. Изучение и анализ литературных источников по психологии и общей дидактике показывают, что проблеме формирования у учащихся научных понятий уделяется серьезное внимание. В работах, выполненных до настоящего времени (Н. М. Верзилин, И. Я. Гальперин, В. В. Давыдов, Н. А. Менчинская, Н. Ф. Талызина, А. В. Усова, С. Г. Шаповаленко, М. Н. Шардаков и др.), проведен анализ различных подходов к формированию научных понятий, выявлены некоторые закономерности и особенности процесса формирования и развития научных понятий, выявлены критерии и условия усвоения понятий, типичные ошибки в усвоении понятий учащимися, а также некоторые пути предупреждения возможных ошибок, однако большая часть авторов рассматривает процесс формирования понятий в основном при изучении одного конкретного учебного предмета, процесс формирования частнопредметных понятий, не отражая в нем влияния знаний, получаемых учащимися при изучении других учебных дисциплин. Это снижает эффективность процесса усвоения учащимися понятий, общих для цикла учебных дисциплин.

2. В методике формирования понятий, применяемой авторами учебников и учителями различных дисциплин, не учитываются выявленные закономерности усвоения понятий, причины возникновения типичных ошибок в усвоении понятий и меры их предупреждения. Не дооценивается роль межпредметных связей в

осуществлении этого сложного процесса, не всегда проводится целенаправленная работа по выработке у школьников обобщенных умений, необходимых для усвоения межпредметных понятий. Все это обуславливает низкий уровень усвоения понятий, общих для цикла учебных предметов, способствует возникновению ошибки, получившей название «расщепление понятий». Учащиеся не в состоянии переносить знания и умения, приобретенные при изучении одного предмета, на изучении других предметов. В результате знания оказываются разрозненными, не объединенными в единую целостную систему, а вследствие этого и не оперативными, малоподвижными, малодейственными. Это подтверждается результатами анализа изучения качества усвоения естественнонаучных понятий учащимися VIII-XI классов школ Киргизской ССР и результаты сравнительного анализа знаний учащихся школ Киргизской ССР, Урала, Сибири и Дальнего Востока.

3. Несмотря на многочисленные работы по проблемам межпредметных связей и формирования научных понятий, совершенно недостаточно исследований по выявлению роли межпредметных связей в формировании системы понятий, общих для ряда естественных предметов. В некоторых исследованиях рассматривается влияние внутрипредметных и межпредметных связей на процесс формирования у учащихся научных понятий. Их результаты показывают, насколько велика роль межпредметных связей в повышении качества усвоения научных понятий, а также в развитии мировоззрения школьников. Однако эти потенциальные возможности межпредметных связей естественнонаучных дисциплин полностью не исследованы, не определены и не обоснованы их дидактические функции в формировании понятий.

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В ФОРМИРОВАНИИ У ШКОЛЬНИКОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ

§ 1. Состояние проблемы МПС в теории и практике обучения

Научно-материалистические взгляды на природу и общество формируются на основе синтеза знаний из области многих наук, в сам процесс осуществления этих связей есть диалектический путь познания мира. Подлинно научная система знаний – это совокупность знаний из различных дисциплин, обеспечивающая правильное понимание жизненных явлений. Поэтому обучение станет более эффективным тогда, когда все предметы учебного плана будут привлечены для формирования этой системы знаний.

В процессе формирования системы знаний, подготовки гармонически развитой личности большая роль принадлежит межпредметным связям. Поэтому важное значение имеет определение содержания понятия «межпредметные связи» (МПС) в соответствии с современными достижениями философской, психологической и педагогической науки.

Проблема межпредметных связей сложна и многогранна. Ее философский истоки исходят из проблемы интеграции наук и научных знаний. Необходимо сразу отметить, что в истории развития науки проблема интеграции – одна из старейших. Идея о единстве научных знаний находила отражение в работах древних мыслителей. Эту проблему пытались решать с различных исходных позиций Платон, Аристотель, И. Кант, Г. Гегель, Д. И. Менделеев, А. Эйнштейн, Т. Павлов, Н. Винер, Л. Берталанфи, Д. Бернал и другие выдающиеся умы. Определенное внимание ей уделяли советские ученые: И. П. Павлов, Н. И. Вавилов, И. И. Шмальгаузен, В. А. Амбарцумян, А. И. Берг, А. Н. Колмогоров, М. А. Марков и др. За последние годы усилилось внимание к этой проблеме и среди советских философов. Рассмотрению различных аспектов ее посвящены статьи и монографии А. Н. Аверьянова, Б. М. Кедрова, П.

В. Копнина, С. Т. Мелюхина, П. Н. Федосеева, М. Г. Чапикова, В. А. Энгельгарда и др.

Отрадно отметить, что эта проблема привлекает к себе пристальное внимание многих исследователей из самых разных сфер научной деятельности. Только за последние 10-15 лет появился целый ряд работ, изданы книги и сборники, авторы которых в той или иной форме и степени затрагивают эту проблему. Среди недавно вышедших работ наибольший интерес представляет фундаментальный коллективный труд «Синтез современного научного знания» [255], в котором с различных точек зрения рассматривается структура научного познания, исследуются многообразные проблемы интеграции наук и научных знаний.

Б. М. Кедров, всесторонне рассмотревший этот вопрос, указывает, что с начала текущего века «... в развитии естествознания выступили две прямо противоположные и, казалось бы, взаимоисключавшие тенденции: одна состояла в раздроблении и разветвлении наук, их дифференциации; другая, напротив, в стремлении объединить разобщенные науки в общую систему научного знания, т.е. в их интеграции...» [124, 302].

Далее подчеркивается, что взаимопереплетение противоположных тенденций естествознания свидетельствует об их взаимообусловленности и единстве, так как «... чем дальше идет сейчас дифференциации и разветвление наук, тем более слитным, цельным, как бы синтезированным становится само современное естествознание» [124, 302].

Исходя из этого положения, автор приходит к важному методологическому выводу: «Взаимное проникновение наук отражает, таким образом, объективную диалектику природы, оно свидетельствует о том, что природа в своей основе едина и нераздельна, представляя собой единство в многообразии, общее в особенном. Ни одна особая часть природы не изолирована от остальных ее частей, а находится с ними в общей связи, прямо или опосредованной, соединяясь с ними тысячами тысяч различных нитей, переходов, превращений» [124, 305].

Как отмечает П. Н. Федосеев, «Диалектика развития научного познания выступает в форме взаимной обусловленности двух противоположных тенденций – дифференциации и интеграции знаний. Это – одна из самых характерных черт современного естествознания» [301, 20].

Здесь нельзя не сказать, что неизбежность дифференциации и интеграции наук вообще и наук о природе в частности была теоретически обоснована еще К. Марксом и Ф. Энгельсом. Они указывали, что поскольку природа представляет собой единое, взаимосвязанное целое, то и науки, ее изучавшие, могут действовать и прогрессировать в единстве и взаимозависимости, т.е. составить при всем многообразии единую систему научных знаний. Последовательно и решительно защищая идеи К. Маркса и Ф. Энгельса о единстве научных знаний, В. И. Ленин много сделал для соединения и дальнейшей разработки двух принципов: принципа развития и принципа материального единства мира: «... Всеобщий принцип развития, - подчеркивал он, - надо соединить, связать, совместить с всеобщим принципом единства мира, природы, движения материи *etc*» [7, 229].

Сущность интеграции наук и научных знаний в свете учения К. Маркса, Ф. Энгельса, В. И. Ленина о развитии природы, общества и мышления подробно рассматривается в работе М. Г. Чепикова [320]. Обозначая в общих чертах основные аспекты этой проблемы, он выдвинул следующие положения:

1. Интеграция научных знаний в условиях строительства нового общества из тенденции превратилась в закономерность.

2. Интеграция науки и научных знаний имеет и объективную основу, заключающуюся в единстве материального мира, всеобщей связи явлений и процессов, происходящих в природе. Если природа представляет собой в действительности не конгломерат вещей и явлений, а единое и взаимосвязанное целое, то, следовательно, и науки, добывающие это знание, должны выступать в комплексном единстве и взаимозависимости, т.е. должны составлять при всем своем многообразии единое и нераздельное целое.

3. Интеграция научных знаний осуществляется различными путями, проявляется в самых разнообразных формах: унификации понятийного и категориального аппарата науки, математизации, взаимопроникновения методов, взаимодействий по объектам исследования и др.

Теория и практика интеграции общего и профессионального образования рассмотрена как неотъемлемая система характеристики содержания образования в исследованиях М. Н. Берулава [32; 33]. На основе историко-генетического и логического анализа проблемы разработана теоретическая модель интеграции содержания общего и профессионального образования, представленная в виде определенной иерархии тенденций, направлений, типов, уровней и форм ее реализации. Особое место в исследовании отведен, наиболее перспективному уровню интеграционного взаимодействия знаний – уровню дидактического синтеза.

В процессах, стимулирующих взаимодействие и сближение наук, синтез научных знаний, большую роль играют принципы формирования научных понятий и теорий, построения единой научной картины мира. При этом, разумеется, интеграционные процессы носят преимущественно межпредметный, междисциплинарный характер.

Идея межпредметных связей в учебном процессе не нова, ей уделяли внимание классики педагогической мысли. В их работах встречаются такие фундаментальные мысли, как: «Все, что находится во взаимной связи, должно преподаваться в такой же связи» [133; 287]; «где одна наука идет вслед за другой, нигде не сталкиваясь, хотя это и очень стройно в программе, выходит хаос в голове ученика, или еще хуже: то мертвое состояние идей, когда они лежат в голове, как на кладбище, не зная о существовании друг друга...» [297; 117]; «Если мы хотим заложить основу марксистского мировоззрения, то мы должны давать не отрывочные знания, а давать их в определенной увязке и определенной связи между собой...» [145; 484] и др.

В истории классической педагогики накопилось ценное наследие по теории и практике межпредметных связей (хотя данный термин применялся очень редко), а именно: обосновывалась объективная

необходимость отражать в учебном познании реальные взаимосвязи объектов и явлений природы и общества; подчеркивались мировоззренческие функции межпредметных связей, их положительное влияние на формирование истинной системы научных знаний и общее умственное развитие ученика; разрабатывалась методика скоординированного обучения различным учебным предметам и др. [105].

Межпредметные связи уже в первые годы существования советской школы рассматривались как методологический принцип, обеспечивающий единство обучения и воспитания в учебно-трудовой деятельности ученика на мировоззренческой основе. В конце 50-х годов, с углублением политехнических аспектов обучения, нашло свое отражение новое направление межпредметных связей – между общеобразовательными и политехническими знаниями.

В развитие теории преемственных связей между предметами определенный вклад внесли ленинградские педагоги под руководством Ш. И. Ганелина [58-61]. Данная проблема ими разрабатывалась с позиций активизации учебной деятельности учащихся, на основе осуществления принципа преемственности в обучении.

Проблема межпредметных связей приковывала к себе все большее внимание ученых педагогов и практических работников школ в 70-е годы. Некоторые итоги исследования этой проблемы были подведены на Всесоюзной конференции «Межпредметные связи в процессе преподавания основ наук в средней школе» в г. Алма-Ате в 1973 г. и на заседании III пленума Ученого методического совета при Министерстве просвещения СССР в 1975 г.

В данный период педагогов-исследователей интересовал вопрос о содержании понятия «межпредметные связи», о его месте среди других дидактических категорий, о роли межпредметных связей в реализации образовательной, развивающей и воспитывающей функций обучения. Они отражены в ряде монографий и учебных пособий, в диссертационных исследованиях, а также в статьях сборников научных трудов.

Попытка комплексного решения проблемы межпредметных связей предпринята В. Н. Федоровой и Д. М. Кирюшкиным [302]. В результате экспериментального исследования В. Н. Федорова выяснила возможности решения нескольких дидактических проблем. Во-первых, возможность создания учебного плана, программ и учебных материалов для учащихся на основе межпредметных связей; во-вторых, возможность координации учебных курсов физики, химии, биологии в единый естественнонаучный цикл; в-третьих, возможность использования межпредметной координации для значительного повышения научности знаний учащихся, ускорения темпов обучения, усиления познавательной деятельности школьников и углубления их научно-материалистических убеждений. Однако это важное исследование до конца не доведено.

Структуру содержания образования характеризуют не только отдельные учебные предметы, но и их взаимосвязи: «Учебные предметы, будучи многомерными по своему образовательному значению взаимосвязаны между собой многопланово» [152]. Не абсолютизируя отдельные аспекты взаимосвязей учебных предметов, В. С. Леднев выделяет взаимосвязи предметов по линии базисных компонентов содержания общего среднего образования:

1. Взаимосвязи по линии познавательной деятельности учащихся, их умственного развития. При этом он указывает на выделение двух основных типов взаимосвязей учебных предметов по линии усваиваемых учащимися научных знаний.

Первый тип – это взаимосвязи предметов, соответствующих смежным наукам, например, взаимосвязь химии и науки о Земле.

Второй тип – взаимосвязь аспектных дисциплин со смежными объектными дисциплинами, например, взаимосвязь физики и химии, физики и физгеографии.

2. Взаимосвязи по линии формирования направленности личности.

3. Взаимосвязи по линии формирования коммуникативных качеств личности.

4. взаимосвязи по линии трудового политехнического образования.

5. Взаимосвязи по линии эстетического воспитания.
6. Взаимосвязи по линии физического развития учащихся.

Способ количественной экспертной оценки МПС предложен В. С. Черепановым [324]. Эта связь показывается на примере математических понятий, необходимых для изучения раздела механики, одновременно учитывающие уровень их использования по схеме «п – у – н» (представление – умение – навык). Нам представляется, что такой выбор уровня использования материалов обного предмета для получения другого не полно отвечает целям осуществления МПС в формировании научных понятий.

Авторы статей и диссертаций, выполненных в последние годы, стремились осмыслить сущность межпредметных связей и дать определение, но поскольку большинство подходило к решению этой задачи с ограниченных методических позиций, то и предлагались односторонние определения, не полностью вскрывающие суть межпредметных связей. Приводим некоторые из них: МПС – это средство формирования у учащихся материалистического понятия о взаимозависимости явлений природы [340]; МПС – это система работы учителя и учащихся [149]; МПС – это одна из особенностей содержания образования [158-159]; МПС – это дидактическое условие совершенствования учебного процесса [322] и др.

В работах И. Д. Зверева и В. Н. Максимовой [105] межпредметные связи рассматриваются как комплексная проблема современной дидактики, показывается ее многоаспектный и многоплановый характер. В этих работах МПС определяется, как «одна из основ комплексного подхода к обучению» [105; 17], «одно из средств комплексного подхода к обучению и воспитанию» [105; 18]. Далее отмечается, что «межпредметные связи выступают в процессе обучения как условие реализации его основных функций (образовательных, развивающих, воспитывающих) и сами выполняют методологические, конструктивные и формирующие функции» [105; 47].

В исследованиях Н. А. Лошкаревой [158], М. М. Левиной [151] и в последней работе В. Н. Масимовой [163] межпредметные связи рассматриваются как самостоятельный принцип конструирования

дидактической системы. Именно в роли самостоятельного принципа, по мнению В. Н. Максимовой, идея МПС выполняет свою организующую роль: влияет на построение программ, структуру учебного материала, учебников, на отбор методов и форм обучения [163; 50].

Многообразное, сложное содержание межпредметных связей в процессе обучения показывает, что сущность данного понятия не может быть определена однозначно. Как показано выше, исследователи принимают ту или иную точку зрения на определение термина «межпредметные связи», но не всегда выдерживают ее и нередко данное понятие трактуют в нескольких значениях.

Г. И. Беленький [27], отмечая недостаточную разработанность проблемы МПС, указывает, что до сих пор нет более или менее точного общепризнанного определения МПС. Под межпредметными связями он понимает «единство целей, функций, содержательных элементов учебных дисциплин, которое, будучи реализовано в учебно-воспитательном процессе, способствует обобщению, систематизации и прочности знаний, формированию обобщенных умений и навыков, в конечном итоге – формированию целостного научного мировоззрения и качеств всесторонне и гармонически развитой личности» [27; 258]. В связи с этим – «Нельзя достичь общих целей обучения и воспитания в отдельном школьном курсе, всесторонне развитую личность можно сформировать, реализуя возможности содержания всех учебных предметов» [100].

В уточнение содержания понятия «межпредметные связи» серьезный вклад внесла А. В. Усова. МПС она определяет как «дидактическое условие повышения научного уровня знаний учащихся, роли обучения в развитии их мышления, творческих способностей, формирования у них научного мировоззрения, оптимизации процесса усвоения знаний, формирования познавательных умений и, в конечном итоге, как условие совершенствования всего учебного процесса» [290; 5-6]. При этом ею показана неправомерность рассмотрения МПС как дидактического принципа, т.к. межпредметные связи имеют «границы применимости».

Итак, анализ монографий и учебно-методических пособий, диссертационных исследований и статей в сборниках научных трудов по проблеме раскрытия сущности и значения межпредметных связей в процессе обучения позволяет сделать следующие выводы.

1. До настоящего времени среди авторов учебников по педагогике и дидактике [228-229], среди исследователей данной проблемы нет единого мнения о сущности межпредметных связей. Причину мы видим не столько в недостаточной разработанности данной проблемы и небрежности оперирования терминами, сколько в объективно существующем multifunctional характере самих межпредметных связей. По нашему мнению, содержание и объем межпредметных связей более широк, чем мы представляем в настоящий момент.

2. В исследовании проблемы межпредметных связей принципиально важным является положение о единстве содержательной и процессуальной сторон обучения. В частности, «Учебный предмет, преподавание и учение находятся во взаимной связи и обусловленности. Содержание учебного предмета определяет и характер преподавания, и характер учения, а строится это содержание с учетом особенностей, как учения, так и преподавания» [325]. Содержание образования не может реально существовать вне процесса обучения. Это значит, что, проектируя межпредметные связи в содержании учебного предмета или учебного материала, необходимо учитывать имеющиеся приемы, методы, средства и возможности реализации этих связей, а также обозначать в явном виде (в программах и учебниках) не только содержание изучаемого материала, но и связанные с ними способы действия по их усвоению [83].

Итак, межпредметные связи - дидактическое условие совершенствования всего процесса обучения и всех его функций. При содержательно-процессуальном подходе к реализации межпредметных связей более строго координируются материалы смежных учебных дисциплин; повышаются научный и прикладной уровни изучаемых материалов; укрупняются дидактические единицы знаний; у учащихся формируются прочные и систематизированные

знания, обобщенные учебные умения и навыки, качества всесторонне и гармонически развитой личности. Межпредметные связи в равной мере влияют на основные компоненты процесса обучения: на содержание учебного материала, на методы и средства преподавания и на методы учения.

Движущей силой процесса обучения является преодоление разнообразных противоречий. Характер этих противоречий многообразен. Например, противоречие между возникающими в ходе обучения учебными и практическими задачами и наличным уровнем знаний, умений и умственного развития школьников; противоречие между единым требованием программы и разной потенциальной возможностью учащихся; между единым требованием общества, предъявляемым учителем, и их разной профессионально-методической подготовкой и т.п.

Совершенствование межпредметных связей в учебном процессе диктуется возникновением других противоречий и необходимостью их преодоления. Например, противоречие между единством материального мира и разобщенным изучением его в разных предметах; противоречие между разобщенным по предметам усвоением знаний и умений и необходимостью их комплексного применения в практической деятельности человека; противоречие между задачей формирования целостного индивидуального сознания личности школьника и разобщенным отражением форм общественного сознания в различных учебных предметах; между усвоением предметных знаний и умений и необходимостью их применения при изучении различных предметов, при решении межпредметных познавательных задач.

Поскольку межпредметные связи являются разнохарактерными по своему содержанию, возникает необходимость их классификации. В основу классификации разные авторы кладут различные признаки межпредметных связей. Например, МПС классифицировались по времени реализации, по структуре знаний, по составу, способу и направленности, по формируемым умениям и методам обучения, по видам деятельности, по роли МПС в развитии качеств личности и др. Рассматривая МПС с позиций целостности обучения, И. Д. Зверев и

В. Н. Максимова [105] классифицируют их на уровне трех взаимосвязанных типов: 1) содержательно-информационные; 2) операционно-деятельностные; 3) организационно-деятельностные.

Учитывая специфические особенности изучения и структуры естественнонаучных дисциплин в школе, мы считаем целесообразно классифицировать межпредметные связи так, как показано в табл.15.

Таблица 15. Классификация межпредметных связей

Основание классификации	Типы МПС	Виды связей
Время изучения учебного материала	Хронологические	Предшествующие Сопутствующие Последующие (перспективные)
Структура учебного материала	Содержательно-информационные	На уровне фактов На уровне понятий На уровне законов На уровне теорий На уровне прикладных вопросов На уровне использования методов исследований естественных наук
Способы приобретения знаний, умений и навыков	Деятельностные	Репродуктивные Поисковые Творческие

Анализ новых учебных программ по предметам естественнонаучного цикла показал, что они предполагают решение следующих общих учебно-воспитательных задач: формирование диалектико-материалистического мировоззрения школьников, их

верного представления о современной научной картине мира; воспитание учащихся в процессе усвоения основ наук о природе, формирование бережного отношения к ней, приобщение школьников к ее охране; формированию общеучебных умений, которые являются общими для данных предметов; политехническое образование и трудовая подготовка школьников. Данные задачи, общие для всех предметов естественнонаучного цикла, могут быть решены лишь на основе полной реализации межпредметных связей, поскольку их решение опирается на общность объекта изучения этих предметов, их методология и методов познания.

Последовательно проводимое совершенствование школьных программ направлено на создание системы взаимосогласованных и взаимодополняющих друг друга учебных предметов. Каждый школьный предмет имеет внутреннюю логику построения, свою структуру, нарушение которой в угоду лишь межпредметным связям может привести к логике внутрипредметной взаимосвязи понятий, законов, системы предметных знаний. В связи с этим синхронность в изучении общих вопросов отдельных предметов не всегда возможна. Поэтому в учебные программы отдельных предметов был введен специальный раздел «Межпредметные связи», ориентирующий учителей на активизацию и применение всего фонда опорных знаний учащихся из разных предметных областей при изучении каждой учебной темы.

Хотя новые программы нацеливают учителей на осуществление межпредметных связей, но в них не указываются способы их осуществления, не предусматривается проведение таких форм занятий, использование таких методов и средств обучения, посредством которых решались бы задачи формирования общих идей и фундаментальных понятий. Поэтому указания, приведенные в программах, являются еще недостаточными.

Эффективность работы по осуществлению межпредметных связей во многом зависит от творческой работы учителей-предметников. Решение данной задачи в школьной практике мы изучали по специальной программе:

1. Использование учителями достижений педагогической науки по осуществлению межпредметных связей.

2. Эффективность методических приемов, способов, средств, применяемых учителями для осуществления межпредметных связей.

3. Учет учителями требования программ по разделу «Межпредметные связи».

4. Осуществление преемственности в толковании одних и тех же понятий в смежных курсах.

5. Отражение межпредметных связей в тематических и поурочных планах учителей.

6. Применение знаний учащихся, полученных ими при изучении других предметов, для объяснения материала по своему предмету.

7. Подготовка учащихся по своему предмету для усвоения ими материала, который будет изучаться позже на уроках по смежному предмету.

8. Причины недостатков в осуществлении межпредметных связей:

- а) слабая методическая подготовленность учителя;
- б) незнание учителем программы смежного предмета;
- в) неумение «увидеть» возможность связи между предметами;
- г) незнание соответствующей методической литературы;
- д) недостаточность методической литературы;
- е) непонимание требований программы по разделу «Межпредметные связи»;
- ж) нехватка времени для успешной реализации межпредметных связей в учебном процессе.

9. Влияние осуществления межпредметных связей на качество знаний учащихся по предметам естественнонаучного цикла.

Для осуществления данной программы применялись самые разнообразные методы, известные в педагогике: изучение школьной документации, посещение уроков и других учебных занятий, анкетирование, беседы с учителями и администраторами школ, методистами ИУУ, работниками народного образования, студентами-стажерами, анализ контрольных работ учащихся и др.

Приводим один из фрагментов анкеты для учителей.

1. Как Вы понимаете сущность и роль межпредметных связей в обучении?

2. При преподавании физики, с какими другими предметами чаще всего Вы устанавливаете взаимосвязь?

3. По какому принципу отбираете материал взаимосвязи с физикой?

4. Как Вы оцениваете эффективность МПС?

5. Какой материал из других предметов наиболее эффективно влияет на повышение качества знаний по физике?

6. Как Вы считаете, достаточны ли МПС, указанные в программе по физике?

7. Какие методические пособия Вам необходимы при осуществлении МПС на уроках физики?

Ответы учителей на данные вопросы анкеты показывают, что большинство из них высоко оценивают роль межпредметных связей в решении общих задач образования. Они отмечают, что межпредметные связи способствуют активизации мышления, установлению причинно-следственных связей, систематизации знаний, прочному усвоению знаний, повышению эффективности обучения, укреплению связи с жизнью, повышению научного уровня обучения физике, повышению интереса к изучаемому предмету и др. Однако ни один из учителей не смог полно и правильно раскрыть содержание межпредметных связей как дидактической категории, указать их функции в формировании научных понятий.

Ответы учителей на второй вопрос анкеты выглядит следующим образом (табл.16):

Таблица 16

Предметы, с которыми устанавливают связь	% учителей, отметивших данный предмет	Примечание
Химия	100	
Математика	83,3	

Биология	61,1	
Физическая география	38,6	
Астрономия	27,7	
История	27,7	
Обществоведение	11,1	
Трудовое обучение	5,5	
Физкультура	5,5	
Информатика и вычислительная техника	5,5	
Спецтехнология	5,5	преподаватели ПТУ
материаловедение	5,5	преподаватели ПТУ

Серьезные трудности испытывают учителя при отборе материала для МПС. Отвечая на третий вопрос, учителя отметили: «материал отбирается по мере необходимости для объяснения, закрепления, в качестве дополнительного материала»; «материал отбирают как дополнительную наглядность, как иллюстрацию только что сказанного»; «по тематике материала, рекомендациям, данным в программе»; «выбор материала зависит от содержания материал» и др. Одна учительница отметила, что «в программе по физике после каждой темы даны указания по МПС, поэтому, готовясь к уроку, мы просматриваем учебники других дисциплин, находимся в тесном контакте с другими преподавателями, которые по возможности повторяют с учащимися тот материал, который нужен для изучения данной темы по физике; использую рефераты, обобщения учащихся». Это свидетельствует о том, что у большинства учителей нет системы в отборе необходимого материала.

Мы так и не смогли получить исчерпывающего ответа на четвертый и пятый вопросы анкеты. Учителя повторяют, что межпредметные связи «развивают, устанавливают, обогащают, усугубляют знания».

66,6 % учителей (240 из 360) от общего количества считают недостаточным указания программы на межпредметные связи.

Многие учителя хотят иметь графики и таблицы с межпредметным содержанием, разработка карточек-заданий, наглядные пособия и другие средства межпредметного характера.

Многократное посещение уроков в период с 1980 по 1987 г. и их анализ с точки зрения интересующих нас вопросов позволил сделать целый важный вывод. Так, например, из 168 посещенных уроков, на 115 (68,4 %), учителями не были использованы возможности осуществления межпредметных связей. Как выяснилось позже, эти возможности были упущены ими из-за незнания содержания программы и материала смежного предмета. Отсюда и другой недостаток: работа над межпредметными связями не нашла отражения в тематических, и следовательно, в поурочных планах учителей. Поскольку не было планирования, то не о какой системе работы по осуществлению межпредметных связей не могло быть и речи.

На тех уроках, где велась эта работа, они были поверхностными и случайными, в основном носили иллюстративный и декларативный характер. Очень редко были случаи сравнения и сопоставления трактовки одного понятия с точки зрения разных наук. Не применялись знания и умения учащихся, приобретенные при изучении других предметов, как средство получения новых знаний по физике. И все же наиболее опытные, творчески работающие учителя пришли самостоятельно к решению вопроса о необходимости тесного контакта между физикой, химией, биологией, физической географией, обществоведением и, конечно, математикой.

Далеко не все учителя (в том числе и опытные) справлялись с методикой осуществления межпредметных связей. Разный подход к осуществлению межпредметных связей приводит к тому, что связь предметов во многих случаях строится односторонне. Иногда она сводится к механическому перенесению фактов, сведений от одного предмета на другие, без установления логически оправданной цепи знаний, умений и навыков, хотя все понимают, что такой перенос должен быть не механическим, а трансформированным применительно к предмету и научному содержанию темы.

§ 2. Дидактические функции межпредметных связей в формировании у учащихся средней школы естественнонаучных понятий

Функция (от лат. *functio* – совершение, исполнение) – отношение двух объектов, в котором изменению одного из них сопутствует изменение другого. Функция рассматривается с точки зрения последствий, называемых изменением одного параметра в других параметрах объекта или с точки зрения взаимосвязи отдельных частей в рамках некоторого.

Функция в языкознании – это способность языковой формы к выполнению того или иного назначения (нередко синоним терминам «значение» и «назначение»).

Понятие «функции» введено в научный оборот Г. Лейбницем [153]. В дальнейшем в философии интерес к функции как одной из фундаментальных категорий возрастал по мере распространения различных областях науки функциональных методов исследования. В наиболее развернутой форме функциональный подход к теории познания был реализован Э. Кассирером [122], который считал, что движение познания направлено не на изучение субстанции изолированных объектов, а на изучение взаимоотношений между объектами, т.е. на установление взаимосвязей, позволяющих осуществлять закономерный переход объектов от одного к другому. Изучение функциональных (а также структурных, генетических и др. отношений) связано с более широкой, чем в классической науке, трактовкой детерминизма. При таком подходе исследуются проблемы обоснованности, приемлемости и доказательности функциональных высказываний и объяснений, широко используемых в естественных и общественных науках, особенно в связи с изучением целенаправленных систем.

Как одного из основных параметров процесса обучения, от характера функционирования межпредметных связей зависит некоторый конечный результат обучения. Насколько дидактически обоснован и выше уровень эффективности применяемых методов и средств осуществления межпредметных связей в разных видах

учебных занятий, настолько выше уровень организации познавательной активности учащихся и научный уровень приобретаемых ими знаний, а также уровень гибкости формируемых учебных умений.

Как отмечалось в § 1 данной главы, межпредметные связи имеют многосторонний и многоаспектный характер. Поэтому исследователи данной проблемы показывают ее полифункциональность. Она обосновывается выделением в изучении межпредметных связей следующих аспектов: философского, общепедагогического, психологического и методического. Изучение каждого аспекта позволяет определить свою группу функций межпредметных связей.

С философско-методологической точки зрения назначение межпредметных связей можно определить по формам детерминизма (объективной закономерной взаимосвязи и взаимообусловленности явлений материального и духовного мира), по характеру результата, который дает данная связь (порождения, преобразования и др.), по силе связи (жесткие, строгие и др.), по направлению действия (прямые и обратные), по типу процессов, которые определяет данная связь (связь функционирования, связь развития, связь управления), по субстрату, или содержанию, которые являются предметом связи (связи, обеспечивающие перенос информации) и т.д.

Общепедагогические функции межпредметных связей, такие, как образовательные, развивающие и воспитывающие, выделяются многими дидактами. Центральным направлением исследования проблемы межпредметных связей в обучении является изучение их образовательных функций. Совершенствование содержания образования с учетом межпредметных связей – один из важнейших критериев отбора и координации учебного материала в программах и учебниках родственных дисциплин. Оно стало возможным благодаря многочисленным исследованиям конкретных взаимосвязей между предметами естественнонаучного цикла. Например, исследовались связи между физикой и химией, физикой и биологией, биологией и химией, физикой и математикой, биологией и математикой. В отдельных исследованиях изучаются сложные взаимосвязи в группах предметов.

Идеи комплексного подхода и воспитывающего обучения усилили научные поиски, нацеленные на выявление воспитательных функций межпредметных связей. Однако, как показывает практика, эти ценные поиски еще находятся на уровне иллюстраций теоретических положений, отдельными примерами межпредметных связей. В целом еще нет полной и разносторонней системы межпредметных связей воспитывающего характера. Многие из них отражены фрагментарно и касаются частных, а иногда и случайных связей [100].

Помимо образовательного и воспитательного значения, связи между предметами выполняют и развивающую функцию, столь важную для всестороннего гармонического развития личности ученика. Многие исследователи видят в осуществлении межпредметных связей не только средство формирования гибкой и продуктивной системы знания, но и обобщенных способов действий. Развивающие функции межпредметных связей проявляются в формировании познавательной активности, самостоятельности учащихся в учебной деятельности. Выявляются новые резервы развития мышления, взаимосвязей логического и образного в учебном познании. Однако вопросы, связанные с деятельностью ученика, общностью видов этой деятельности в процессе изучения разных предметов еще недостаточно исследованы. Это перспективное направление как отмечают И. Д. Зверев и В. Н. Максимова [105], еще не имеет достаточно разработанной теоретической основы. Часто исследователи, оперируя термином «вид деятельности», не раскрывают своего понимания этого понятия. Не всегда анализируются объективные предпосылки выделения того или иного вида деятельности на межпредметной основе. Всегда, как правило, в центре внимания оказывается их операционная сторона, которая нередко отрывается от содержательных основ. Представляется перспективным изучение соответствия системы знаний и системы способов познавательных действий учащихся на межпредметной основе.

Наиболее широко в исследованиях представлен такой аспект изучения проблемы, в котором выделяются частнодидактические

функции межпредметных связей. Их можно определить как проявление общепедагогических функций: межпредметные связи способствуют глубокому усвоению учащимися изучаемого материала, формированию умения «видеть» связи между явлениями природы, повышают прочность знаний учащихся, познавательный интерес к обучению положительно влияют на процесс обучения, методику преподавания отдельных предметов.

Обобщив результаты исследований по данной проблеме, можно отметить, что дидактическое значение межпредметных связей заключается:

- в формировании целостной картины мира за счет раскрытия взаимосвязей между различными формами движения материи;
- в координации учебного материала, в обеспечении преемственности в изучении различных дисциплин;
- в обеспечении прочности знаний, умений и навыков за счет применения знаний в различных ситуациях и новых условиях;
- в обобщении знаний на межпредметном уровне, и на этой основе формирование целостного мировоззрения личности;
- в создании возможностей широкого переноса знаний и умений из одного предмета в другой;
- в убеждении объективности знаний через показ их практической значимости, через возможность их применения в различных ситуациях;
- в обобщении и систематизации знаний, умений и навыков;
- в обеспечении разностороннего раскрытия связей между предметами и явлениями, изучаемыми в разных дисциплинах;
- в развитии познавательной активности и самостоятельности обучаемых;
- в развитии познавательных и профессиональных интересов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что до настоящего времени специально не рассматривались вопросы определения функций межпредметных связей в формировании у учащихся научных понятий. Конечно, проводились определенные исследования по данной проблеме [148; 293; 308; 346], однако они не ставил перед собой цель исследовать проблемы определения

дидактических функций межпредметных связей в формировании у учащихся естественнонаучных понятий.

Анализ философской, общепедагогической, дидактической, психологической и методической литературы, а также обобщение передового опыта учителей дает нам основание выделить следующие функции межпредметных связей в формировании у учащихся средней школы естественнонаучных понятий:

- формирование и развитие диалектико-материалистического мировоззрения на основе усвоения межпредметных понятий;
- системообразующие функции межпредметных связей на уровне обобщенных фундаментальных естественнонаучных понятий;
- повышение научного уровня усвоения основных естественнонаучных понятий;
- повышение прочности усвоения естественнонаучных понятий;
- обеспечение преемственности в формировании естественнонаучных понятий при изучении различных учебных предметов;
- ускорение процесса формирования учебных умений и навыков, необходимых для успешного усвоения естественнонаучных понятий.

Ниже попытаемся раскрыть содержание вышеуказанных дидактических функций межпредметных связей.

1. Функции межпредметных связей в формировании диалектико-материалистического мировоззрения.

Под мировоззрением понимается, как известно, целостная система взглядов на природу, общество и мышление, которыми человек руководствуется в своей деятельности.

Современная наука рассматривает мировоззрение в различных аспектах: философском, социологическом, педагогическом. И можно выделить множество подходов к выявлению сущности мировоззрения, его назначения в жизни человека. В частности, рассматривается взаимосвязь мировоззрения и идеологии, мировоззрения и философии, мировоззрения и научной картины мира, выясняется место мировоззрения в структуре личности и т.д.

Итак, взаимоотношения человека с миром, осознание своего места и назначения в мире составляют сущность любого мировоззрения. Но чтобы найти свое место в мире, надо знать, какой это мир. Поэтому в гносеологическом отношении мировоззрения представляет собой особую форму познания. Но далеко не всякое знание о действительности становится мировоззрением. В мировоззрение включаются лишь те знания, которые раскрываются для человека как объект его практической и теоретической действительности. Мировоззрение, таким образом, синтетично по своей природе и включает в себя:

- систему взглядов высокой степени интегрированности, обобщенности;
- систему взглядов отражения мира в целом (природы, общества, человеческой деятельности);
- отражение мира не само по себе, а с определенной точки зрения;
- единство знания и оценки;
- сложное психическое образование, которое, проходя через сознание, чувства, волю человека, из объективно значимых превращается для него в субъективное значимое, в убеждения.

Этой системой взглядов и оценок человек руководствуется в своей практической деятельности – в познании, поведении, творчестве. Она является своеобразным регулятором, генеральной программой человеческой деятельности.

Поскольку мировоззрение – это системное образование, то процесс его формирования зависит от многих факторов. Он организуется обществом через множество каналов, среди которых главным является учебно-воспитательная работа школы.

Прежде всего, мировоззрение предполагает наличие у учащихся системы научных знаний о мире, поэтому основой формирования диалектико-материалистического мировоззрения является усвоение ими ведущих мировоззренческих идей. Такими общими мировоззренческими идеями естественнонаучных дисциплин являются следующие;

- материальность мира, его единство, познаваемость объективного мира;

- несотворимость и неуничтожимость движущейся материи;
- всеобщая связь явлений, общие закономерности их развития;
- единство науки и практики, развитие науки и техники в условиях ускорения научно-технического прогресса;
- патриотический характер научной деятельности выдающихся ученых прошлого и современности.

Эти мировоззренческие идеи с полной глубиной формируются усвоением основных фундаментальных понятий естественных дисциплин. Ведущая роль естественнонаучных понятий в формировании и функционировании диалектического мировоззрения объясняется глубиной и полнотой отражения в них объективной действительности.

Физика позволяет раскрыть общие понятия и законы природы, которым подчиняются различные формы движения материи; дает представления о структурной организации материи, выражающей единство мира; показывает существование различных типов причинно-следственных связей; раскрывает взаимосвязь пространства, времени и движения материи; дает фундаментальные представления о сущности саморазвития материи; вводит учащихся в мир познания явлений.

Химия, расширяя представления учащихся о структурных уровнях организации материи, устанавливает единство неживой и живой материи, показывает закономерности изменения веществ, возможности искусственного синтеза веществ, не имеющих места в природе. В то же время в химии углубляются представления о характере закономерностей и причинно-следственных связей в различных структурных уровнях организации материи. На атомном и субатомном уровнях физика и химия уже не разделяют свои предметы изучения.

Биология, раскрывая многообразие живой природы, ставит проблему происхождения и развития живого. Раскрытие и конкретизация диалектики биологических явлений осуществляется на основе выработки у учащихся ряда общих понятий, наиболее важным из которых являются следующие: историческое развитие организмов, материальное единство живой природы, обмен веществ как основа

жизни организмов, многоформенность организации жизни, особенности биологической природы человека, биологические и социальные факторы его развития.

В настоящее время в дидактике накоплен богатый материал, касающийся методики формирования диалектико-материалистического мировоззрения в курсе отдельных школьных предметов [62; 63; 93; 162; 165; 207; 213; 214; 303]. Однако вопросы комплексного подхода к формированию у школьников диалектико-материалистического мировоззрения на основе формирования у них фундаментальных естественнонаучных понятий малоисследованы [176; 178]. Содержание мировоззренческих идей и соответствующих им естественнонаучных понятий, а также связи и отношения между ними, которые необходимо усвоить учащимися в процессе обучения физике, химии и биологии, приведены в таблице 17. Они отобраны в соответствии с содержанием школьных курсов физики, химии, биологии.

Методическая работа учителей по формированию основ диалектико-материалистического мировоззрения учащихся при реализации межпредметных связей складывается из следующих элементов: 1) систематического рассмотрения, анализ, обобщения на разных уровнях (частнопредметном, общем естественнонаучном и философском) и оценки учителем изучаемого материала о мировоззренческих позиций; 2) ознакомления школьников с диалектическим подходом к изучению понятий; 3) реализации межпредметных связей на уровне общих мировоззренческих идей естественных дисциплин; 4) организации самостоятельного применения учениками мировоззренческих знаний путем решения проблемных познавательных задач межпредметного характера; 5) выработки у школьников ценностного научного отношения к изучаемым понятиям, доказательности и устойчивости ценностного выбора путем выполнения специальных заданий межпредметного характера.

Таблица 17. Содержание мировоззренческих знаний, усваиваемых учащимися в процессе обучения физике, химии и биологии.

Межпредметные мировоззренческие идеи	Понятия, способствующие формированию мировоззренческих идей		
	физика	химия	биология
Материальность мира, его единство, познаваемость объективного мира	Философское определение материи, данное В. И. Лениным. Вещество и поле. Взаимосвязь вещества и полей. Агрегатные состояния вещества и их взаимопревращаемость. Движение как способ существования материи; пространство и время как основные формы существования материи; неисчерпаемое многообразие структурных форм материи; взаимное превращение	Вещество = один из видов материи; многообразие веществ и его причины. Единство строения веществ, подчиняемость их общим законам; взаимосвязь веществ по принадлежности к одному классу и веществ разных классов в химических реакциях; генетическая связь веществ как проявление их материального единства; взаимосвязь неорганических и органических	Клеточный уровень биологической организации материи; материальное единство живой природы; естественные происхождение жизни и человека.

	элементарных частиц.	веществ. Возможность определения состава и строения веществ с помощью химических и физических методов исследования; постепенное углубление в сущность познания явлений химизма; на атомно-молекулярном, электронном, квантово-механическом уровнях; условные границы химических явлений и химической организации вещества.	
Несотворимость	Относительность движения и покоя; сущность	Относительность покоя и постоянство химического	Историческая обусловленность

	физических явлений как особой формы движения материи; понятия о свойствах материи: масса, импульс, энергия, заряд; законы сохранения как отражение объективного свойства несотворимости и неуничтожимости материи и движения.	движения; сущность явлений химизма как особой формы движения материи; сохранение массы вещества при химических реакциях; пространственно-временные характеристики химического движения.	приспособленности организмов и ее относительности; наследственность и изменчивость; искусственный и естественный отбор; обмен веществ – характерный признак биологической формы движения материи и как основы жизни организмов; многоформность организации жизни.
Всеобщая связь и взаимообусловленность явлений, общие закономерности развития	Причинно-следственные связи физических явлений разной природы; понятия, их характеризующие	Зависимость свойств вещества от их состава, строения и внешних условий; внутренняя	Взаимосвязь и отношение организмов с внешней средой – понятие естественного отбора;

	е; взаимодействие — всеобщая форма связи материи и источник всех видов движения.	двойственность веществ и химических реакций — движущая сила развития; системность объектов химии; развитие как превращение возможности в действительност ь при определенных условиях; переход количественных изменений в качественные — характерная черта химических явлений; химические элементы и вещества как этапы развития материи; преемственность между веществами и усложнение их состава и строения — основные черты	видообразован ие — следствие естественного отбора; образование нового качества с изменением количества вещества (изменение количества кислорода превращает артериальную кровь в венозную, количество гормонов определяет количество витаминов, зависит состояние организма); наследственная изменчивость.
--	--	---	---

		химического развития; взаимосвязь между круговоротами химических элементов и веществ и этапами химической эволюции; качественная специфика и взаимосвязь между физической, химической и биологической формами движения материи; связь явлений химизма в природе и хозяйственной деятельности человека.	
Взаимосв язи науки	Широкое применение достижений физики в современной технике (покорение	Потребность производственн ой практики и химический эксперимент – источник и средство	Живой организм как целое, связь строения с функцией, взаимосвязь растений и

	космоса).	развития познания; научное прогнозировани е и эксперименталь ная проверка его правильности использование достижений химической науки в производстве – критерий истинности знаний.	животных со средой; их роль в природопользо вании, технике, гидростроитель стве, медицине, общественной гигиене, лесоводстве, рыболовстве, звероводстве, сельском хозяйстве и др.
Патриоти ческий характер научной деятельности выдающихся ученых прошлого и современного	Роль работ ученых разных стран в развитии физики, в процессе эволюции физической картины мира; механическая и квантово- полевая картина мира – основные этапы эволюции физической картины мира; сущность работ ученых разных стран на каждом из	Коллективн ый и творческий характер исследования химической науки; использование явлений химизма человеком и познание им своей роли в химических процессах биосферы; тенденции в использовании достижений науки,	Возникнов ение и сущность принципа и историзма, логическая структура теории Дарвина. Дарвиновская революция и переворот, совершенный К.Марксом в общественных науках. Сущность теории Дарвина и ее оценка

	вышеназванных этапов.	безграничные возможности познания и перенаправленного преобразования природы человеком.	классиками марксизма-ленинизма. Учение А.И. Опарина о возникновении жизни, В. И. Вернадского – о биосфере и ноосфере и др.
--	-----------------------	---	--

2. Системообразующая функция МПС.

В определении функций межпредметных связей в систематизации научных понятий мы исходим из дидактического принципа систематичности. Мысли о роли системы знаний в процессе обучения, имеющие теоретическое и практическое значение, высказывались в работах видных представителей классической диалектики. Вопросы становления и развития принципа систематичности в советской диалектике проанализированы, исследованы и конкретизированы в работах многих исследователей. Например, исследовались вопросы о сущности дидактической системы знаний [87; 99; 287], о логической структуре учебного материала [259], о системности как показателе качества знаний [82; 103], о роли межпредметных связей в систематизации знаний [59; 100; 105; 190; 254; 293; 302; 346], о роли систематизации знаний в формировании научного мировоззрения [93; 303] и др. В ряде работ осуществлялся поиск рациональных приемов систематизации знаний (В. И. Помогайба, Ш. И. Ганелин, И. Д. Зверев, Ю. А. Самарин, Е. Н. Кабанова-Меллер, А. В. Усова, В. В. Завьялов, А. Н. Звягин, Б. А. Барсуковский и др.), поднималась проблема систематизации знаний (Ю. А. Самарин, А. В. Усова, В. В. Завьялов, А. Н. Звягин и др.). Рядом дидактов и методистов исследовалась проблема форм организации учебных занятий, способствующих систематизации

знаний (Б. П. Есипов, И. Н. Казанцев, И. Т. Огородников, А. В. Усова, В. В. Завьялов, В. А. Анищук, А. Н. Звягин, И. С. Карасова и др.).

Принцип систематичности в дидактической литературе поясняется следующими положениями: «систематичность в преподавании ведет к тому, что учащиеся вникают структуру усваиваемых знаний как определенного целого, стремятся понять логические связи между частями предмета»; «для осознания связей между понятиями и усвоения системы понятий необходимо применять особые виды учебной работы, главным назначением которых является систематизация и обобщение»; «строгая систематичность и последовательность должны быть соблюдены не только в содержании, но и в методах учебного труда учащихся»; «каждому виду учебного труда нудно учить школьников практически, постепенно вводя более сложные виды работы. Важно соблюдать строгую последовательность в усложнении видов самостоятельной работы учащихся, в повышении степени их самостоятельности»; «систематичность усвоения знаний обеспечивает развитие познавательных сил и способностей учащихся» [83; 178-182].

На основе идеи системного подхода с 60-х годов стало уточняться понятие «систематичность знаний» в плане большего акцентирования внимания на интегративные, целостные свойства различных видов знаний. Стало уделяться больше внимания на необходимость изложения и усвоения учащимися не суммы отрывочных знаний, а системы логических связанных между собой фактов, понятий и теорий. В таком понимании систематичность представляет собой внутреннюю «взаимосвязь знаний как в пределах одного предмета, так и в пределах цикла предметов, всего школьного образования» [61; 155], которая отражена в школьных программах. Как было отмечено выше, систематичность знаний соблюдается не только в содержании обучения, но и должна практически осуществляться в совместной деятельности учителя и учащегося.

Обогащению категории «систематичность обучения» способствовала разработка, прежде всего, таких проблем, как определение средств вооружения к овладения учащимися основными элементами системы научных знаний (планы обобщенного

характера); определение требований и уровней овладения основными элементами системы знаний; исследование роли самостоятельной работы учащихся в усвоении системы научных знаний; роли межпредметных связей в обучении; формирование обобщенных умений учебного труда; исследование процессов систематизации и обобщения знаний учащихся; разработка форм учебных занятий, способствующих систематизации и обобщению знаний [99; 121; 181; 291; 292]. Однако специальных исследований проблемы определения дидактической функции межпредметных связей в систематизации естественнонаучных понятий школьников до последнего времени выполнено мало.

В решении поставленной задачи мы руководствуемся тем, что «выбранный предмет исследования может быть представлен как система различными способами, в зависимости от того, что берется в качестве элементов системы» [13; 236]. Однако если предмет познания – качественно определенная система, то целью исследования становится познание этой системы, которое предполагает:

1. Рассмотрение объекта деятельности как системы, т.е. как отграниченного множества взаимодействующих элементов.
2. Определение состава, структуры и организации элементов и частей системы, обнаружение ведущих взаимодействий между ними.
3. Выявление внешних связей системы, выделение из них главных.
4. Определение функции системы и ее роли среди других систем.
5. Анализ диалектики структуры и функции системы.
6. Обнаружение на этой основе закономерностей и тенденций развития системы [11; 9].

В нашей работе дидактической системой является система естественнонаучных понятий. Элементами такой системы могут быть отдельные виды понятий физики, химии, биологии (например, понятия о структурных формах вещества, явлениях, величинах, приборах, физико-химических константах, идеальных объектах и др.). Эти виды понятий находятся в соответствующих системообразующих связях и отношениях. Каждый элемент данной системы может быть

подсистемой, состоящей из микроэлементов. Например, понятие «структурные формы вещества» включает в себя совокупность таких микроэлементов, как молекула, атом, ядро, элементарные частицы, их свойства (делимость), превращаемость (масса, импульс, заряд, энергия и др.), внутренние и внешние связи (взаимодействия, описываемые с помощью импульса, энергии и др.), отношения (пространственные, временные, кинематические, тождества и различия, функциональные зависимости и т.д.), состояния в виде значений переменных в данный момент времени, представляющие элементы системы поведения.

В учебном процессе большое значение имеет выработка у школьников умения выделить объект систематизации из общего подхода к систематизации межпредметных понятий, который заключается:

- в сознании элементов системы естественнонаучных понятий (или микроэлементов подсистемы понятий);
- в раскрытии содержания отдельных элементов (или микроэлементов) системы;
- в установлении структуры элементов и связей между отдельными компонентами данной структуры;
- в установлении связей и отношений данного элемента (или микроэлемента) с другими элементами системы (подсистемы);
- в раскрытии тенденции, перспективы в развитии данной системы понятий, в рассмотрении ее как элемента других, более обширных систем. Например, система физических (химических, биологических) понятий в системе естественнонаучных понятий, система естественнонаучных понятий в системе естественнонаучных знаний.

Процесс систематизации межпредметных понятий в обучении в школе представляет собой один из видов деятельности коллектива учителей смежных предметов и учащихся, который находит отражение во всех звеньях процесса обучения и направлен на овладение школьниками системными знаниями.

При проведении систематизации межпредметных естественнонаучных понятий школьников необходимо учитывать следующие три положения:

1. Знание всеми учителями, преподающими физику, химию и биологию, общих приемов систематизации и глубокое понимание целесообразности проведения специальной работы по систематизации межпредметных понятий учащихся.

2. Направленность деятельности учителей на подведение учащихся к убеждению о необходимости осуществления общих приемов систематизации. При активном участии самих обучаемых с помощью учителя у них вырабатывается общий метод выполнения систематизации понятий.

3. По мере овладения школьниками общим методом систематизации учитель должен представлять им возможность самим актуализировать систематизирующую сторону своей мыслительной и практической деятельности. Это выражается в их самостоятельной работе по реализации приемов систематизации, показанных учителем, и выработке своих, новых способов выражения этих приемов.

В практике школьного обучения ознакомление школьников с приемами систематизации понятий и выполнение ими данного процесса может происходить в форме:

- устной монологической речи учителя и восприятия ее учащимися (объяснение учителем значения систематизации понятий, усвоенных при изучении смежных дисциплин, и условий их осуществления в процессе учения);

- диалогической речи учителя и учащихся (постановка учителем перед учащимися вопросов, направленных на раскрытие системы существенных признаков, составляющих содержание понятия; на расширение совокупности изучаемых объектов, включающихся в объем какого-нибудь понятия; на определение понятий; на описание, объяснение и предсказание новых явлений на основе теоретических положений; на поведение итогов изучения материала одного предмета и всех естественных предметов и др. Вопросы, предлагаемые учителем, должны подчиняться способам систематизации, т.е. дедуктивной и индуктивной систематизации);

- письменной речи учащихся (выполнение различных упражнений, направленных на установление связей между признаками понятий, усваиваемых учащимися при изучении смежных предметов; описание в систематизированном виде проявления в природе данного понятия и практического его использования; написание рефератов, тезисов, докладов, отчетов и др.);

- материализации систематизации с помощью разнообразных идеограмм (под руководством учителя или самостоятельное составление, заполнение системообразующих таблиц межпредметного содержания; выполнение межпредметных схем, рисунков, систем уравнений, графов).

При обобщающей систематизации понятий о материи в XI классе на основе установления межпредметных связей между физикой, астрономией, химией, биологией и обществоведением учащимися может быть выполнен комплексный плакат, содержащий: 1) ленинскую формулировку определения материи; 2) таблицу, в которой сгруппированы важнейшие свойства – атрибуты материи (ее можно оформить в виде стенда межпредметного содержания); 3) классификационную таблицу (см. журнал «Вопросы философии», 1964, №1), раскрывающую приблизительно объем категории материи.

Систематизация межпредметных понятий учащихся, наконец, выполняет следующие дидактические функции:

- систематизация основных естественнонаучных понятий позволяет учащимся более успешно осваивать главные идеи естественных наук, заложенных в программах средней школы;

- ознакомление с приемом систематизации и непосредственное выполнение работ по систематизации понятий служит источником новых знаний по предмету и методологии естественных наук;

- в результате познания основных естественнонаучных понятий в системе, кроме качественного усвоения учебного материала, развивается диалектическое мышление учащихся, умение анализировать и синтезировать, подведение понятия под более широкое понятие, сравнение и сопоставление понятий по разным признакам, умение делать обобщенные выводы в рамках нескольких предметов.

3. Функции межпредметных связей в повышении прочности усвоения учащимися естественнонаучных понятий

Важнейшая, непреходящая задача советской школы – давать подрастающему поколению глубокие и прочные знания основ наук; вырабатывать умения и навыки, применять их на практике. Прочно усвоенные знания являются необходимым условием для интеллектуального развития личности, успешной подготовки молодежи к труду в материальной и духовной сфере деятельности.

Прочность знаний связана прежде всего с памятью. Память – способность к воспроизведению прошлого опыта. Это одно из основных свойств нервной системы, выражающейся в способности длительно хранить информацию о событиях внешнего мира и реакциях организма, многократно вводить в сферу сознания и поведения.

В соответствии с традиционным членением функций памяти различают процессы запоминания, сохранения, забывания и воспроизведения. В свою очередь, воспроизведение включает в себя узнавание, воспоминание и собственное припоминание.

С психико-физиологической и педагогической точки зрения, в зависимости от характера запоминаемого материала, память различают вербальной, образной, двигательной и эмоциональной; по способу запоминания – произвольной и непроизвольной, механической и смысловой, непосредственной и опосредованной; по времени удержания материала в памяти – кратковременной и долговременной; по форме, в которой протекают процессы памяти, выделяют моторную, эмоциональную и словесно-логическую. В зависимости от способностей отдельных индивидов можно говорить о существовании зрительного, слухового и словесного типов памяти.

Главным компонентом памяти является запоминание, которое определяет полноту и точность воспроизведения материала, прочность и длительность его сохранения. Первое экспериментальное исследование запоминания выполнено немецким психологом Г. Эббингаузом [341] в рамках ассоциативной психологии. Позднее школой немецкого психолога Г. Мюллера [215] была выявлена

несостоятельностью представления о запоминании как о механическом запечатлении и ассоциативном связывании следов. Запоминание осуществляется в соответствии со смысловой организацией материала и, как правило, включено в решение некоторой жизненной задачи [98]. Механическое запоминание осуществляется без установления логической связи между частями запоминаемого материала. Осмысленное же запоминание завершается при раскрытии различных логических, причинно-следственных связей в запоминаемом материале, при выделении в нем главного и второстепенного, что предполагает мысленную переработку запоминаемого материала и делает смысловое запоминание более продуктивным.

В повышении прочности знаний учащихся важное значение имеет произвольное запоминание, при котором человек, побуждаемый определенными мотивами, ставит перед собой цель – запомнить то, что намечено им самим или ему предлагается. Таким образом, оно является специальным мнемическим действием, успешность которого зависит от целей запоминания. Те или иные мнемические задачи (запомнить полно, точно, надолго и т.п.) вызывают разную ориентировку содержания материала, определяет выбор и активацию определенных способов запоминания, а тем самым в существенной мере влияют на его результаты.

Как способ осуществления мнемических действий в развитии памяти очень важно непосредственное и опосредованное запоминание [41]. Опосредованное запоминание, отличаясь от непосредственного, характеризует сознательным использованием различных вспомогательных средств для запоминания, выполняющих затем роль «ключей» при воспроизведении. Опосредованное всегда имеет место в процессах осмысленного запоминания. Непосредственное запоминание является лишь первым этапом развития памяти, в то время как высший этап ее развития составляет употребление внутренних, опосредствующих элементов [155].

Допустим, что нам надо запомнить две последовательные мысли. Этого можно добиться путем их непосредственного повторения друг за другом или введением промежуточного мыслительного процесса,

рассматриваемого в единстве с внешним объектом: знаком, символом, образом. Например, необходимо вспомнить характер зависимости силы тока от напряжения в двух- или трехэлектродной лампе. Здесь обычно мы представляем график вольт-амперной характеристики диода и триода. Следовательно, представление графика является промежуточным мыслительным процессом. Мы представляем его потому, что в прошлом созерцали и строили его. А. Н. Леонтьев, называя его «стимулом-средством», пишет: «Внешние стимулы-средства оказываются способными превращаться в средства внутренние, наличие которых и составляет специфическую черту так называемой логической памяти» [155; 469-470]. Итак, промежуточный мыслительный процесс, который вводится между двумя другими процессами, помогая устанавливать связи между ними и активизируя мышление, условно называется стимулирующим звеном. Введение стимулирующих звеньев повышает эффективность запоминания материала.

Запоминание, в конечном итоге, связано с пониманием материала. Определенный уровень понимания материала – необходимое условие его успешного запоминания. Если материал плохо понят, то он запоминается неточно, и искажение не замечается человеком, либо может возникнуть иллюзия запоминания. Понимание – важнейшая составная часть запоминания, главнейшее условие его продуктивности, но запоминание – более сложная деятельность и не исчерпывается одним пониманием. «Как бы ни была велика и положительна роль понимания, сводить к нему запоминание было бы, конечно, неверно» [257; 46]. Она обнаруживает собственное, именно ей присущее своеобразие. Поэтому достичь полного мнемического эффекта можно только при условии, если эта деятельность осуществляется в полной мере, во всем ее своеобразии. Активная мыслительная деятельность, направленная на понимание материала, может приводить к его произвольному запоминанию. Однако в обучении основной упор делается, как правило, на произвольное запоминание [256], несмотря на то, что отдельные факты мы запоминаем произвольно. Например, если учитель задает на дом не просто повторить параграф учебника, а выполнить определенную

работу над материалом этого параграфа (составить план, выделить главное, сравнить изучаемый материал с ранее усвоенным и т.д.), то такие задания учащиеся выполняют только путем активной мыслительной деятельности, что приводит к первоначальному запоминанию. Если учащийся выполняет над материалом активную мыслительную деятельность и эта деятельность способствует углубленному пониманию материал, тогда происходит и его успешное запоминание (произвольное или непроизвольное).

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что прочность усвоения знаний учащимися, т.е. качество запоминания, сохранение в памяти и воспроизведение его есть результат активной мыслительной деятельности учащихся. Это означает, что учителю необходимо знать приемы активного запоминания, приемы мыслительной деятельности, направленные на углубленное понимание материала и ознакомление учащихся с этими приемами. Степень прочности знаний учащихся зависит от степени забывания. Забывание более интенсивно протекает сразу после изучения материал, а затем замедляется (закономерность Эббингауза) [341].

Бороться с отрицательным влиянием этой закономерности можно путем повторения. Одни исследователи отмечают, что повторение путем разнообразной деятельности, сводящейся хотя бы к некоторой реконструкции материала, эффективнее, чем его повторение в неизменном виде [39; 44; 67; 257], а другие исследователи формулируют следующую закономерность: рассредоточенное по времени повторение эффективнее, чем концентрированное [23]. При этом необходимо соблюдать меру. Если повторение растянуть на чрезмерно большой срок, то, по закономерности Эббингауза, часть материала забывается и приходится тратить много времени на восстановление забытого. Учет данного положения имеет принципиально важное значение при реализации межпредметных связей в учебном процессе, особенно предшествующих и последующих связей.

Говоря о повторении материала, следует иметь в виду следующее обстоятельство. Часто под повторением понимают простое повторное изложение, повторное чтение одного и того же материала, повторное

доказательство одной и той же теоремы и т.д. Хотя такая форма повторения возможна, она является наименее эффективной и далеко не исчерпывает понятия повторения. Ведь когда определенный материал один раз рассматривается в одном контексте, а второй раз = в другом, когда один раз он сравнивается с одним материалом, а второй раз с другим, когда школьники решают задачи разного типа на применение одного и того же правила, когда сопоставляются разные способы доказательства теоремы и т.д., то во всех этих случаях, конечно, имеет место повторение, которое связано с новым осмыслением и переосмыслением материала, с введением его в новые связи и отношения, с более глубоким его пониманием. Поэтому такое повторение наиболее эффективно. Оно развивает мышление учащихся, ведет к приобретению системных и прочных знаний.

Роль такого повторения глубоко обоснована в работах Ю. К. Бабанского [23] и методистов-биологов Н. М. Верзилина и В. М. Корсунской [44]. Последние отмечают особое значение повторения ранее пройденного материала в связи с изучением нового материал, позволяющего провести сравнение или сделать обобщение. Например, изучая передвижение веществ по стеблю, нельзя не повторить материал об образовании крахмала из темы «Лист», о поступлении воды из темы «Корень» и о превращении крахмала в сахар из темы «Семена». По физике – изучая природу электрического тока в газах, необходимо повторить природу электрического тока в металлах и электролитах.

С понятием повторения неразрывно связано понятие заучивания, которое часто рассматривается неправильно, употребляется лишь в узком, ограниченном смысле – как чисто механическое заучивание, якобы противоположное пониманию. К сожалению, в практике школы именно такое заучивание все еще занимает большое место. Между тем заучивание не обязательно должно быть механическим, что, например, подчеркивал Дж. Брунер [39], так как материал может быть выучен не только путем механического «долбления» и зубрежки. Он может быть заучен благодаря многократным и разнообразным актам его глубокого понимания и осмысливания. Именно такой путь заучивания – на основе многократного

вариативного повторения основного содержания изучаемой темы – составляет один из приемов методики А. И. Пастухова [227] и В. Ф. Шаталова [326-328]. На уроках Н. П. Гузика [77] учащиеся тоже вновь и вновь возвращаются к изучаемому материалу, но каждый раз по-новому, углубляя и расширяя его содержание.

Нам представляется, что при разработке учебных программ и составлении учебников очень важно определить, что именно должно быть четко заучено учащимися, а что может быть усвоено с известной долей приблизительности и в общих чертах. В настоящее время этот вопрос нельзя считать решенным и даже четко представленным. С общепсихологической точки зрения заучиванию должны подлежать базовые элементы системы научных знаний, составляющие ее основной «каркас», структурную основу. К базовым элементам должны быть отнесены существенные признаки основных понятий в каждой области знания, сами эти понятия и основные связывающие их законы. Необходим перечень таких базовых элементов по каждому учебному предмету и их иерархия, предусматривающая последовательность их усвоения и заучивания.

Наблюдения за процессом обучения и их анализ показывает, что среди учителей существует сторонники двух противоположных направлений. Представители первого считают, что прочность знаний обеспечивается заучиванием, поэтому они требуют кратких учебников с формулировками по каждому параграфу и с готовыми выводами. Представители другого направления во главу угла ставят сознательность в усвоении знаний и активную мыслительную деятельность учащихся. Они считают, что выводы учащиеся должны делать сами на основе сопоставления и сравнения фактов, самостоятельно приходить к формулировкам обобщений и законов. По-видимому, оба эти направления являются крайностями. Первое отрывает заучивание от активной мыслительной деятельности, не учитывает того, что любое заучивание может быть результатом повторных актов весьма глубокой и разнообразной смысловой обработки материала. Второе же направление не всегда в достаточной мере подчеркивает необходимость не только глубокого понимания материала, но и четкого заучивания определенных его элементов. А

психологи с большой определенностью утверждают, что заучивание необходимо для общего умственного развития учащихся, для формирования весьма важных элементов в общей структуре их долговременной семантической памяти.

Следует отметить исследование К. К. Колесниковой [132], посвященное разработке дидактической системы мер, обеспечивающей прочности знаний учащихся VII-VIII классов по физике. Она предлагает следующую структуру системы мер, направленную на повышение прочности знаний учащихся.

1. Способы формирования прочных знаний учащихся по физике (произвольное и непроизвольное запоминание в процессе первичного восприятия нового учебного материал, их сочетание, произвольное запоминание в процессе его повторения).

2. Приемы, используемые для повышения прочности знаний: а) приемы способствующие непроизвольному запоминанию (демонстрация опытов, проведение лабораторных работ и фронтальных опытов, решение количественных, качественных, экспериментальных задач, создание проблемных ситуаций, самостоятельная работа с учащимися с учебником, использование приемов познавательной деятельности; сравнение, классификация, систематизация, составление плана, использование плана обобщенного характера); б) приемы произвольного запоминания учебного материал (логическое запоминание, не связанное с анализом содержания учебного материала).

3. Средства запоминания (рисунки, графики, схемы, опыты, опоры), являющиеся результатом познавательной деятельности или мнемической деятельности (планы, конспекты, сравнительные таблицы, обобщенные планы).

4. Формы организации запоминания (коллективные, групповые, индивидуальные).

Признавая достоинство данной работы и работы других психологов, дидактов и методистов по систематизации способов, приемом, средств и форм организации запоминания учебного материала в процессе обучения, мы отмечаем неразработанность до настоящего времени проблемы повышения прочности усвоения

учащимися естественнонаучных понятий посредством реализации межпредметных связей. Некоторые естественнонаучные понятия как материя, движение, вещество, масса, энергия, заряд и др., формируются у учащихся средней школы в течении ряда лет при изучении физики, химии, биологии и астрономии, обществоведения. Школьники с этими понятиями встречаются несколько раз в разных классах, изучают разные их свойства, повторяют их в разных ситуациях, знакомятся с применением их в области физики, биологии и химии.

Важной функцией межпредметных связей в прочном усвоении учащимися рассматриваемых понятий является перенос знания из одного предмета в другой с целью углубления содержания и расширения объема понятий. В процессе реализации межпредметных связей происходит движение понятий из области одного предмета, где они впервые изучались, в другие предметы, и тем самым осуществляется развитие понятий. При этом учащиеся приучаются сопоставлять изучаемый материал с прежними материалами, устанавливая связи и отношения между новыми и ранее усвоенными признаками понятия. Например, в ходе изучения физики и химии уточняются физические, химические свойства вещества, взаимно дополняя и взаимно обуславливая друг друга.

Итак, возникает необходимость выделения межпредметных приемов и средств прочного усвоения и запоминания учебного материала, общих для естественнонаучного цикла, к числу которых мы относим следующие.

1. Прием использования стимулирующих звеньев. В психологической литературе многократно повторяются такие приемы стимулирующих звеньев, как завязывание узелка на память, зарубки и т.п. Однако опыт преподавания естественных предметов способствовал появлению комплекса средств (графики, модели, схемы, таблицы и т.п.), которые помогают выполнять роль стимулирующих звеньев. Учитывая это, отметим следующие приемы: а) применение по ходу ознакомления с новым понятием при изучении одного предмета знания, полученного при изучении других предметов (определение понятий, отдельные проявления явлений,

различных правил и др.); б) использование наглядных образов (моделей, чертежей, схем, рисунков, диаграмм, графиков, таблиц и т.п.) и мыслительная деятельность с ними; в) оперирование знаками, символами (введение стрелок и других условных обозначений, подчеркивание записей и др.), формулами; г) любые рассуждения, действия, помогающие устанавливать причинно-следственные связи между явлениями природы, изучающимися по отдельным предметам.

2. Прием мысленного или практического составления плана изучаемого материала из разных учебников с целью усвоения одного понятия или системы понятий. Деятельность учащихся по составлению плана изучаемого, тем более по нескольким предметам, приводит к более внимательному изучению материала, к лучшему пониманию. Многие школьники не владеют этим приемом. Они при изучении тоже разбивают материал на части, но лишь для того, чтобы уменьшить объем запоминаемого в данный момент материала. При этом они максимально отвлекаются от всех других частей текста, кроме той, которую учат в данный момент. Умение учащихся использовать общие приемы составления плана изучаемого учебного материала формируется при согласованном действии учителей, при единстве подходов и требований. Для этого по узловым понятиям смежных предметов составляются комплексные вопросы, отвечая на которые учащиеся составляют план.

3. Прием выделения и использования смысловых опорных пунктов при формировании естественнонаучных понятий. В качестве опорных пунктов могут выступать яркие факты, схемы, рисунки, формулы, графы и другие, что обычно легко запоминается. Основная цель опорных пунктов сводится к тому, что их выделение активизирует внимание при первичном усвоении материалов, мыслительную деятельность учащихся, вынуждая их вникнуть в сущность понятия, добиться более глубокого понимания. Примером использования приема смысловых опорных пунктов в учебном процессе являются опорные конспекты (или опорные сигналы) [227; 326-328]. Однако эти опорные сигналы ограничиваются рамками одного предмета.

4. Прием сравнения. Например, при изучении свойств отдельных конкретных веществ ученики неоднократно обращаются и повторяют их общие свойства, используют различные приемы сравнения. При неполном сравнении сопоставляют, в чем сходство веществ, или противопоставляют – в чем различие веществ. При полном сравнении выясняют, каковы признаки, как сходства, так и различия веществ. В процессе сравнения мыслительная деятельность учащихся направляется на установление признаков, по которым будет проведено сравнение; выявление признаков сходства и различия между изучаемыми объектами или обобщение их на основе сравнения в форме вывода, в котором указываются общие или отличительные признаки сравниваемых объектов. Последовательные действия, которые приходится осуществлять в процессе сравнения, учащиеся легче запоминают и в дальнейшем применяют самостоятельно, если при первоначальном объяснении приема им предложить план действий и записать его в форме таблицы. Это необходимо сделать на уроке физики в VII классе и систематически использовать на уроках физики и химии в последующих классах. При неоднократном использовании одного и того же приема, при изучении разных предметов, при изучении разного по содержанию учебного материала учащиеся прочно овладевают методами познания, систематизируя акт мыслительной деятельности, легко переносят эти познавательные умения из одного предмета в другой, что в конечном итоге повышает прочность усвоения программного материала.

5. Прием активного повторения, соотнесения знаний (увязывание изучаемого материала с прежними знаниями, новых признаков изучаемого понятия с ранее усвоенными). Действия, направленные на выполнение этих задач на уроках смежных предметов, помогают включать новый материал в структуру прежних знаний, приводят к познанию взаимосвязей явлений (например, физических, химических, биологических), т.е. усиливают глубину и отчетливость понимания материалов и тем самым ведут к успешному запоминанию.

6. Прием использования планов обобщенного характера при изучении отдельных структурных элементов системы естественнонаучных знаний [292].

4. Функции межпредметных связей в обеспечении преемственности в формировании и развитии естественнонаучных понятий.

Преемственность – связь между явлениями в процессе развития, когда новое, снимая старое, сохраняет в себе некоторые его элементы. Преемственность есть одно из проявлений законов диалектики отрицания и перехода количественных изменений в качественные. Преемственность носит объективный и всеобщий характер, проявляясь в природе, обществе и познании.

Вопрос о преемственности как философской категории получил дальнейшее развитие в работах философов, анализирующих закон отрицания. Так, А. В. Тимофеева совершенно справедливо утверждает, что «преемственность в развитии находит свое выражение в связи нового со старым», что «удержание положительного из отрицаемого старого – это всеобщий процесс», который существует в природе, в обществе и в мышлении [89; 70]. На всеобщий характер преемственности указывает и В. М. Кедров [125; 126]. Наиболее полно вопрос о преемственности как философской категории разработан в трудах Э. А. Баллера, который дает следующее определение: «преемственность – это связь между различными этапами и ступенями развития как бытия, так и познания, сущность которой состоит в сохранении тех или иных элементов целого или отдельных сторон его организации при изменении целого как системы... Связывая настоящее с прошлым и будущим, преемственность тем самым обуславливает устойчивость целого» [25; 15].

Данное философское положение давно уже подтвердилось возникновением учения марксизма. Анализируя исторические условия формирования марксизма, В. И. Ленин писал: «Учение Маркса всесильно, потому что оно верно. Оно есть законный

преемник лучшего, что создало человечество в XIX веке в лице немецкой философии, английской политической экономии, французского социализма» [10; 4].

Без анализа преемственности нельзя понять диалектику развития, взаимосвязь между отрицаемым и отрицающим, между старым и новым, ибо с проблемой преемственности мы встречаемся в исследовании диалектического единства прерывности и непрерывности движущейся материи и единства тождества и различия тех или иных объектов, являющейся основной всякого развития. Всякое развитие происходит на основе старого с проявлением нового и во взаимосвязи друг с другом.

Непременным условием совершенствования процесса обучения в школе является установление преемственной связи между всеми ее звеньями и на разных ее уровнях. В свое время на этот серьезный вопрос обращали внимание классики педагогической науки. В их работах преемственность рассматривалась как принцип [133] и как условие успешности обучения [297], как дидактическое требование, предъявляемое при передаче знаний учащимися [133], и способ преподавания [88] как способ овладения обучающимися знаниями [297].

В советской педагогике этой важной для школы проблеме особое внимание уделяла в своих многочисленных работах Н. К. Крупская [145]. Она продолжала и творчески развивала в этом вопросе лучшие традиции прогрессивной педагогики.

Однако в советской педагогике преемственность в обучении не сразу нашла свое полное разрешение и применение. Например, в учебном пособии по педагогике [288] вышедшем под редакцией профессора П. Н. Груздева в конце 30-х годов, преемственность характеризовалась как синоним последовательности и систематичности обучения. С иных позиций в середине 50-х годов подходят к преемственности авторы пособия по педагогике под редакцией академика И. А. Каирова [229]. Преемственность здесь раскрывается как систематическое и последовательное изложение материала преподавателем.

Вопросы соблюдения преемственных связей, как одно из важнейших руководящих начал и условий успешной работы школы, исследовались в 50-60-е годы работниками Ленинградского института педагогики под руководством профессора Ш. И. Ганелина [59-61].

Рассматривая разные точки зрения на преемственность и на неразрывность данной проблемы, - справедливо замечал Ш. И. Ганелин, - «само понятие преемственности обучения и воспитания даже не встречаются в учебниках педагогики. Это обстоятельство говорит о неразработанности вопроса о преемственности и большой недооценке его со стороны теоретиков педагогики» [61; 25]. Действительно, в пособиях Н. А. Сорокина [258], И. Т. Огородникова [217], фундаментальном труде по дидактике, выполненном под руководством Б. П. Есипова [219], понятие «преемственность» даже не упоминается. Этому вопросу не уделено должное внимание и авторами современных учебных пособий по педагогике [230] и дидактике [87].

Ш. И. Ганелин рассматривает преемственность как принцип советской дидактики. В его понимании «преемственность – это такая опора на пройденное, такое использование и дальнейшее развитие имеющихся у учащихся знаний, умений и навыков, при котором в сознании создаются разнообразные связи, раскрываются основные идеи курса, взаимодействуют старые и новые знания, в результате чего у них образуется система прочных и глубоких знаний» [61; 126].

В 60-х годах вслед за Ш. И. Ганелиным занималась изучением преемственности А. А. Люблинская. Она подходит к преемственности в обучении с позиции системы: «Одним из принципов любой системы является преемственная связь между отдельными ее звеньями. Для системы коммунистического воспитания существенными звеньями являются классы и годы обучения, учебные предметы или виды учебной и внеучебной работы» [160; 5]. В своих работах она исследовала преемственные связи обучения учащихся в 1-3 классах. Она включает в преемственность «такую последовательность образовательно-воспитательной работы, где в каждом последующем звене продолжается закрепление, расширение, усложнение и

углубление тех знаний и навыков, которые составляли содержание учебной деятельности на предшествующем этапе» [160; 5].

Исследование процесса преемственного обучения на основе системного подхода осуществлено М. Е. Дурановым и П. А. Михайловым [90]. Системный подход в исследовании процесса преемственного обучения позволяло им рассмотреть его как целостность, находящуюся на определенной стадии развития; выделить составные элементы процесса обучения; установить связи между сторонами элементов, функции этих элементов; выяснить степень организованности, целенаправленности процесса обучения; сделать процесс обучения управляемым.

Психолого-дидактические условия реализации преемственности в формировании и развитии физических понятий исследовал в своей диссертационной работе А. Б. Агафонов [12]. Он определяет ее как связь между этапами развития знаний, умений и навыков, сущность, которой заключается в том, что усвоенные на предыдущих этапах обучения знания сохраняются и используются на данном этапе обучения при усвоении новых знаний. Взаимодействуя, старые и новые знания синтезируются в итоге в единое целое.

Им сформулирован ряд психолого-дидактических условий, выполнение которых способствует реализации преемственности при формировании у школьников научных понятий. Перечислим их.

1. Прочное усвоение понятия на начальном этапе его развития.
2. Восстановление в памяти и воспроизведение на данном этапе всех характеристик понятия.
3. Установление связей между старыми и новыми знаниями при обогащении понятия.
4. Синтез всех существенных признаков в единое, обогащенное понятие.
5. Замена старой дефиниции понятия при обогащении содержания новым существенным признаком.
6. Уточнение и закрепление существенных признаков обогащенного понятия, его конкретизация и применение в решении познавательных задач [12; 51-52].

А. В. Усова [290], анализируя вопрос о статусе принципов дидактики, отмечает, что в систему принципов необходимо включить принцип преемственности в обучении как самостоятельный, так как его нельзя ограничивать научностью и систематичностью. Преемственность предполагает развитие знаний и умений с переходом из класса в класс, от темы к теме, от предмета к предмету, сохранение основного ядра знаний, их обогащение, развитие. Преемственность предполагает развитие фундаментальных понятий, идей, общих учебных умений, мышления, приемов учебной деятельности, выделение определенных этапов в этом процессе.

Поддерживая данное мнение о включении преемственности в систему принципов дидактики, о содержании преемственности в системе принципов дидактики и о содержании преемственности в обучении, мы отмечаем, что преемственность в процессе обучения должна выражаться:

1) в содержании учебного материала как внутри одного предмета, так и между смежными предметами. Такая преемственная связь в развитии знаний, умений и навыков должна найти свое отражение в программах, учебниках и учебно-методических пособиях смежных предметов, например, физики, химии, биологии;

2) в деятельности учителя одного частного предмета, а также в совместной деятельности учителей смежных предметов. Это может найти свое отражение в планировании учебного процесса, в методах и средствах преподавания, формах организации учебных занятий и учебной работы учащихся в школе;

3) в учебной и познавательной деятельности учащихся во всех ее многообразиях.

В период перестройки системы школьного образования осуществлению преемственности уделяется значительное внимание. В новых программах коренным образом пересматривается содержание школьного образования, его структура, и одновременно с этим создается иная методическая система, основанная на новейших достижениях психологической и педагогической науки. Одним из необходимых условий реализации принципа преемственности является осуществление внутripредметных и межпредметных связей.

В данной работе мы стараемся раскрыть функции межпредметных связей в обеспечении преемственности формирования и развития у учащихся естественнонаучных понятий при изучении естественных предметов в школе.

Многие естественнонаучные понятия, сформированные у учащихся на соответствующем этапе обучения разным предметам, затем длительное время мало используются в их познавательной или практической деятельности. Между первичным усвоением некоторых понятий и их дальнейшим развитием проходит довольно много времени. Например, с такими физическими понятиями, как механическое движение, скорость, масса, сила, работа, энергия учащиеся знакомятся в VII классе, а их развитие, обогащение и применение проходит через 2 года, в IX классе. Некоторые понятия молекулярной физики и теплоты (тепловое движение, температура, количество теплоты, удельная теплоемкость и др.), электродинамики (электрическое поле, электрический заряд, электрический ток, сила тока, напряжение, сопротивление и др.), изучаемые учащимися в VIII классе, находят свое развитие и применение только в X классе. Это же можно сказать о световых явлениях и колебательном движении, изучение которых начинается в VIII-IX классах и продолжается в XI классе. Такие перерывы между изучением отдельных понятий встречаются и в программе по химии. Например, в IX классе изучаются и формируются у учащихся знания о химической связи, ковалентной связи и механизме ее образования, полярной и неполярной ковалентной связи, ионной связи, атомных и молекулярных кристаллических решетках, а в XI классе на более высоком уровне изучаются химическая, ионная, ковалентная, металлическая и водородная связь, энергия связи, типы кристаллических решеток (атомная, молекулярная, ионная, металлическая), зависимость свойств простых и сложных веществ от типа химической связи и кристаллической решетки, вещества постоянного и непостоянного состава. Эти вопросы тесно взаимосвязаны с материалами физики, например, с темой «первоначальные сведения о строении вещества» (VII кл.), с тепловыми явлениями (плавление и отвердевание тел, изменение

агрегатных состояний вещества и др. (VIII кл.), с законом Гука, силой упругости и трения (IX кл.), с кристаллическими и аморфными телами, механическими свойствами твердых тел и материалов (упругость, прочность, пластичность, создание материалов с заданными техническими свойствами (X кл.) и др.

В программе по биологии по сравнению с программой по физике и химии усилены преемственные связи между разделами курса за счет более последовательного развития цитологических понятий. Так, цитологические понятия, введенные в VI классе при изучении клеточного строения растительного организма, развиваются в VII классе в процессе изучения одноклеточных и многоклеточных животных, на качественно новом уровне раскрываются в IX классе при изучении организма человека, углубляются и расширяются в XI классе для разъяснения сущности биологических явлений.

Экологические понятия вводятся в VI классе при ознакомлении школьников с взаимосвязями растений с окружающей средой, углубляются в VII классе при изучении бактерий, грибов, животных; в VIII классе – при изучении многообразия животных и взаимосвязей животных и растений в природном обществе; дополняются в IX классе рассмотрением связей организма человека с факторами окружающей среды, расширяются и обобщаются в X и XI классах при изучении факторов среды, эволюции органического мира, основ биоцитологии и учения о биосфере.

Эволюционные понятия вводятся в VII классе, где изучается развитие растительного мира; развиваются в VIII классе при рассмотрении доказательств и этапов эволюции животного мира, основных положений учений Ч. Дарвина; расширяются в IX классе при выявлении усложнения организации человека; углубляются и обобщаются в X и XI классах при раскрытии основных положений теории эволюции, механизмов видообразования и возникновения приспособленности, основных направлений эволюции, происхождения жизни, при рассмотрении молекулярно-генетических основ эволюционной теории.

Такие преемственные связи между разделами обеспечивают целостность школьного курса биологии. Однако и здесь наблюдаются

долгие перерывы между изучением отдельных взаимосвязанных понятий в разных классах. Иногда некоторые знания учащихся о понятии, полученные в VI-VII классах, просто забываются, а восстановлению в памяти и воспроизведению их на данном этапе обучения для получения новых знаний требуется определенное время и некоторых усилий, как учителя, так и учащихся.

Из вышесказанного следует вывод о том, что преемственность в содержании и структуре изложения материала в программах физики, химии и биологии (внутри одного предмета) в той или иной мере соблюдена. Однако длительность времени формирования и развития основных естественнонаучных понятий, временное несоответствие изучения этих понятий по смежным предметам требует от учащихся глубокого понимания и прочного закрепления в памяти содержания того или иного понятия при первичном его усвоении, а также промежуточного использования этих понятий для изучения других, связанных с ними понятий. Поэтому в методике формирования и развития у учащихся понятий, общих для естественных предметов, центральное место занимает проблема осуществления межпредметных связей в обеспечении преемственности в их усвоении, успешное решение которой определяется деятельностью учителя (учителей), его знаниями и умениями.

В деятельности учителя по осуществлению межпредметных связей для обеспечения преемственности в развитии у учащихся естественнонаучных понятий можно условно выделить следующие направления:

- 1) анализ содержания курсов физики, химии, биологии с целью выделения для них понятий и определения основных этапов развития формируемого понятия с переходом от темы к теме, от раздела к разделу, от предмета к предмету, из класса в класс, а также знание требований к его усвоению на каждом из этапов, т.е. моделирование процесса развития понятий в рамках предметов естественнонаучного цикла;

- 2) организация познавательной деятельности учащихся по усвоению понятий на определенном этапе обучения, организация деятельности учащихся по повторению пройденного, по

восстановлению и обновлению у них знаний и умений, необходимых для развития понятия на данном этапе, обеспечение в процессе этой деятельности синтеза усвоенных в разное время признаков понятия в единое целое, развитое, обогащенное.

5. Функции межпредметных связей в повышении уровня усвоения понятий.

Прежде чем перейти к рассмотрению влияния межпредметных связей, оказываемого на повышение уровня усвоения учащимися естественнонаучных понятий, необходимо вкратце остановиться на самой общей характеристике понимания, образования понятия о предмете или явлении, его развитии с точки зрения характера мыслительных процессов в мнемической и познавательной деятельности.

Что значит «понять что-либо» и как осуществляется понимание? Понять что-нибудь – значит раскрыть сущность предмета, явления. Понятие – есть отражение общих и существенных свойств предметов или явлений реального мира.

Познание сущности предметов и явлений осуществляется, однако, не сразу. Говоря об «элементах диалектики», В. И. Ленин отмечает «бесконечный процесс углубления познания человеком вещи, явлений, процессов и т.д. от явлений к сущности и от менее глубокой к более глубокой сущности» [7; 203]. «Мысль человека бесконечно углубляется от явления к сущности, от сущности первого, так сказать, порядка, к сущности второго порядка и т.д. без конца» [7; 227].

Понимание человеком чего-либо отличается по глубине, характеризующейся тем, «до какого порядка сущности» проникает наша мысль в процессе понимания. Непосредственным выражением этого является полнота, разнообразность и, что самое важное, существенность связей, вскрываемых в процессе познания.

Чем шире круг предметов, явлений, с которыми ставится связь, познаваемая нами в данный момент, чем разнообразнее обнаруживаемые при этом стороны изучаемых предметов, явлений, чем более они существенны, т.е. чем в большей мере характеризуют

саму сущность предмета, тем более вскрывают объективную закономерность мира, тем глубже понимание, тем более высокий уровень его достигается.

Количество возможных уровней может быть очень многим. Это зависит от содержания предмета или явления, от познавательной возможности человека, его интеллектуальных умений, от организации самого процесса понимания, от внешних условий и др. От начальной ступени, где мы выделяем в предмете какую-либо одну сторону, причем не существенную для него, а некоторый случайный признак, и на основании этого относим его к какой-либо самой обширной и общей, малоопределенной категории объектов, мы переходим к более высоким ступеням понимания, вскрывая различные стороны предмета, более существенные для него, выявляя более разнообразные связи его с другими предметами, явлениями реального мира. Глубина понимания не исчерпывает собой, однако, всех различий, какие можно установить между разными его уровнями. Существенное место надо отнести также различиям в отчетливости понимания в том, как сознаются нами связи и отношения, вскрываемые в процессе познания. Здесь имеется бесчисленное количество ступеней, начиная от «диффузного улавливания смысла, еще невыразимого в понятии, и кончая четким, ясным сознанием сущности предмета, выраженным в форме понятия со строго очерченным содержанием» [257; 248].

А. А. Смирнов выделяет следующие ступени понимания и переход из одной ступени в другую:

- «зарождение» понимания – понимание переживается в форме особого чувства, которое можно характеризовать как своеобразное чувство зарождения чего-то, что вскоре раскроется как понимание;

- смутное понимание – понимание уже имеется, но еще в самом общем, неразвернутом, неопределенном виде, причем дано оно опять-таки скорее в форме своеобразного чувства, которое является, однако, уже чувством начавшегося, осуществляющегося понимания;

- иллюзорное, или субъективное переживание понимания. Для него еще не находится адекватной словесной формулировки. Человеку только кажется, что все уже понятно им. В

действительности же, так только начинается изложение «понятного» другому, возникают ошибки, вскрывается призрачность понимания, необходимость дополнительного продумывания того, что, казалось бы, уже понято;

- воспроизведение воспринятого, характеризующееся тем, что человек уже может изложить воспринятое другому, но при одном условии – придерживаясь определенной, неизменной формулировки, но возможности данной в готовом виде. Это не значит, что понимание в таких случаях отсутствует. Понимание имеется, и оно даже выше, чем на предыдущей ступени, где человек не в состоянии рассказать о воспринятом. Однако оно все еще недостаточно. Рассказать своими словами на этой ступени очень трудно, как бы скованным собственной, однажды найденной формулировкой, в которой выразили первоначально то, что было человеком понято;

- освобождение от скованности словесной формулировки.

Здесь человек в состоянии отступить от подлинника, изменить формулировки и последовательность изложения, обобщить материал, изложить его в более развернутой форме и т.д. Происходит действительно освоение того, что человеком воспринято. Оно буквально становится «своим», переводится на «свой язык», подтверждается некоторой творческой переработке [257; 149-150].

Возникает вопрос, в каком отношении находятся все эти ступени к ступеням глубины понимания? Как показывают психологи, частично они не зависят друг от друга. Человек может понять не глубоко, но отчетливо. Возможны и обратные случаи: углубляя понимание, человек схватывает более глубокий смысл, но может находиться на невысокой ступени отчетливости понимания. Все это говорит о большом разнообразии уровней понимания и о значительной сложности их характеристики. Эта сложность усугубляется еще более, если учесть, что наряду с глубиной и отчетливостью варьирует и полнота понимания, так как обычно человек воспринимает сложное целое, которое надо понять не только в целом, но и во всех его отдельных частях.

Чтобы обеспечить высокий уровень усвоения учащимися научных понятий, нужно знать не только особенности процесса

понимания ими учебного материала, но и критерии усвоения понятий. В зависимости от того, в какой мере усвоения понятия удовлетворяет этим критериям, определяется уровень его усвоения или уровень его сформированности.

Так, Блиновская Ю. В. [29] выделяет четыре уровня овладения общими понятиями: репродуктивный, репродуктивно-исследовательский, исследовательские и творческий.

Под репродуктивным уровнем усвоения понятий понимается умение учащихся воспроизводить определение понятия, правильно указывать его признаки.

Для репродуктивно-исследовательского уровня характерным является умение применять понятие при анализе аналогичных процессов, умение обобщать данные анализа. Этот уровень является промежуточным, переходным к исследовательскому уровню, который характеризуется умением применять понятия при решении задач в новой ситуации.

Между названными уровнями не прослеживается преемственной поэтому такое разграничение их является условным и относительным. Выявление того или иного уровня сформированности понятия должно определяться характером задания, которое выполняется учащимися.

Психологи [198; 199] различают четыре уровня усвоения научных понятий.

Первый уровень характеризуется «диффузно-рассеянным» представлением о предмете, явлении. При этом ученик может отличать один предмет от другого, но отдельные признаки их указать не может.

Для второго уровня усвоения характерно, что ученик уже может указать признаки понятий, но не может отделить существенные признаки от несущественных.

Для третьего уровня усвоения понятий характерно, что ученик усваивает все существенные признаки, но понятие оказывается еще скованным единичными образами, служившими опорой при формировании понятия. Понятие еще не обобщено.

Четвертый уровень – понятие уже обобщено, не сковано отдельными конкретными образами, служившими ранее опорой;

усвоены существенные связи данного понятия с другими, благодаря чему ученик свободно оперирует понятием в решении различного рода задач.

Но есть и пятый уровень, характеризующийся установлением связи понятий, формируемых при изучении какого-либо одного предмета, с понятиями, формируемыми у учеников в процессе изучения других, т.е. он характеризуется межпредметными связями [287].

Для последнего уровня характерны высокая степень обобщенности понятия и умение оперировать понятием в решении задач творческого характера. Данный уровень еще более конкретизирован [148] и расчленен на следующие: учащиеся оперируют понятием при решении задач по данному предмету; понятие обобщено, усвоены связи данного понятия с понятием других предметов; учащиеся привлекают понятия для решения задач межпредметного характера.

§ 3. Роль межпредметных связей в формировании умений, необходимых для успешного усвоения учащимися естественнонаучных понятий

Свою важную задачу советская школа видит в том, чтобы прививать учащимся умение самостоятельно приобретать и пополнять свои знания, умение применять имеющиеся знания в учении и практической деятельности. Объем знаний, подлежащих усвоению, резко возрастает с переходом учащихся из класса в класс. При этом, как показали специальные исследования, познавательные способности учащихся не претерпевают сколько-нибудь заметных изменений. Это приводит к тому, что многие учащиеся старших классов в предоставленное учебное время оказываются не в состоянии усвоить объем знаний, определяемых учебными программами. В результате этого в старших классах резко снижается успеваемость, у многих учеников возникает неудовлетворение результатами своей учебной деятельности и снижается интерес к учению. Ведь как бы хорошо не строил преподавание учитель, сколь

ярким и наглядным ни было его объяснение, все же нельзя рассчитывать на успех, если ученик не владеет умением рациональной организации учебной деятельности. Ученик устает не от того, что он много учит, а от того, что он не умеет учиться. Поэтому формирование у учащихся учебных умений является первостепенной задачей теории и практики обучения.

Проблема учебных умений широко рассматривалась в работах советских психологов, которые дали определения понятия «умение», рассмотрели механизм его становления и развития. Большое внимание формированию общих умений уделяется в дидактике и частных методиках. Рассматривать точки зрения всех исследователей по данной проблеме мы не считаем необходимым, так как они анализировались в целом ряде диссертационных исследований [36; 119; 120; 158; 201; 208; 249; 292; 294; 296; 307]. Мы рассматриваем умение как возможность (готовность) субъекта выполнять действие в соответствии с целями и условиями, в которых приходится ориентироваться, опираясь на имеющиеся знания и опыт.

В диссертационных исследованиях и методических пособиях по естественнонаучным дисциплинам до недавнего времени основное внимание уделялось выявлению основных этапов формирования научных понятий, активизации познавательной деятельности учащихся на отдельных этапах усвоения ими научных понятий. Вопросы же методики формирования специальных умений по усвоению понятий исследовались недостаточно. Она отразилась на содержании методической литературы для учителя. Так, ни в одном из пособий по методике преподавания физики, изданных до 1976 г., подробно не рассматриваются вопросы о том, как формировать у учащихся познавательные умения. Конечно, в учебниках по методике преподавания отдельных предметов [202; 204; 222; 223; 226] упоминается о формировании у учащихся учебных умений, приведен план деятельности учащихся по изучению явлений и др. Однако ни в одном из этих и в других методических пособиях по частным дидактикам не приводятся примеры, которые бы иллюстрировали и раскрывали методику формирования умений. В них недостаточно рассматривается роль межпредметных связей в их формировании.

В настоящее время уже многими осознается необходимость формирования у учащихся как специфических приемов учебной работы по каждому учебному предмету, так и общих приемов учебного труда. Но в этих работах в основном рассматривается методика формирования умений самостоятельно работать с учебной и дополнительной литературой, экспериментальных и измерительных умений, умения наблюдать и самостоятельно ставить опыты и др.

Учебное умение формируется и развивается в учебной деятельности. Поэтому мы считаем необходимым применение деятельностного подхода к исследованию проблемы формирования у учащихся учебных умений, способствующих успешному усвоению понятий. Его суть состоит в том, что в «познавательную ситуацию вводится субъект с его целями и средствами и результатом является знание в виде алгоритма, осуществление которого должно привести к достижению некоторой цели» [218]. При рассмотрении самого общего случая теоретико-познавательной ситуации, основная ее задача может быть сформулирована следующим образом: «исходя из целей субъекта и имеющихся в его распоряжении средств... при данном объективном положении вещей... найти такую последовательность действий..., которая приводила бы к достижению поставленных целей» [218]. Это говорит о том, что всякая деятельность включает в себя цель, средство, результат и сам процесс деятельности.

В концепции В. В. Давыдова, Д. Б. Эльконина и их сотрудников выделены следующие компоненты учебной деятельности: понимание школьником учебной задачи, осуществление учебных действий, выполнение им самим действий контроля и оценки [78; 187]. В данной концепции авторы не включают в структуру учебной деятельности учебные средства, с помощью которых осуществляется деятельность. Несмотря на то, что в основу такой концепции положено теоретическое обобщение, мыслительные операции, мы считаем, что без включения в состав деятельности соответствующих средств (материальных или идеальных) невозможно обеспечить высокий уровень сформированности учебных умений, а следовательно и знаний. Поэтому нам представляется, что структура

учебной деятельности, в ходе которой формируются общеучебных умения, необходимые для усвоения понятий, должна состоять из следующих компонентов: мотивы учебной деятельности; цель деятельности; учебные средства, с помощью которых осуществляются действия или отдельные операции; способы действий учащихся, включающие в себя совокупность операций; результат действий, соответствующий целям.

По характеру учебной деятельности выделяются следующие виды учебных умений: учебно-организованные, учебно-информационные, учебно-интеллектуальные [23], также познавательные, практические, организационные, самоконтроля и оценочные [295]. Перечисленные умения являются общими для всех учебных дисциплин. Это, например, умение работать с книгой, умение научной организации труда, умение самоконтроля и оценочные умения. Ряд умений является общим для циклов дисциплин, например: измерительные, вычислительные, графические умения, общие для естественнонаучных и математических дисциплин; умения наблюдать, ставить опыты – общие для предметов естественнонаучного цикла. Поэтому важно обеспечить единый подход к их формированию и преемственность при изучении различных предметов. Реализация этих мер позволяет значительно ускорить процесс овладения умениями и превращением их в навыки, предупредить образование у учащихся нерациональных приемов выполнения отдельных операций, входящих в качестве компонентов в сложные действия.

В связи с этим возникла необходимость формирования у школьников умений обобщенного характера. Обобщенными называются умения, «обладающие свойствами широкого переноса, которые учащиеся могут использовать при решении большого круга задач не только в рамках одного предмета, но и на уроках по другим предметам» [292]. Такие умения, будучи сформированными на уроках по какому-либо предмету, при изучении какого-либо конкретного материала, успешно могут применяться и развиваться при изучении других предметов, в работе по самообразованию и в практической деятельности. В основу формирования обобщенных умений положена

теория деятельности, разработанная советскими психологами С. Л. Рубинштейном [251] и А. Н. Леонтьевым [154], и учение о типах ориентировки, разработанное П. Я. Гальпериным и Н. Ф. Талызиной [57; 277]. В их работах [57; 277; 286] эффективность обучения по третьему типу ориентировки показана на примере формирования грамматических и геометрических понятий. Методика формирования умений обобщенного характера на примере умения самостоятельно работать с литературой, умений вести наблюдения и ставить опыты досконально исследовались в работах, выполненных коллективом педагогов под руководством А. В. Усовой [28; 36; 99; 308].

Применение планов обобщенного характера имеет важное значение не только для работы с учебной литературой. Их значение значительно шире, так как школьники усваивают знания не только по учебнику и не всегда самостоятельно. А усваиваются на различных учебных занятиях, с помощью различных средств, начиная со слов учителя, кончая применением электронно-вычислительной техники. Они служат ориентировочной основой в овладении основными видами понятий (о явлениях, свойствах тел, физических величинах, структурных формах материи), законами и теориями независимо от того, на уроках по какому предмету они изучаются. Например, план изучения явлений пригоден для изучения всех явлений разной природы – физических, химических, биологических и т.д. Это относится также к изучению законов, теорий, устройства и принципа действия приборов и др.

Согласно цели нашего исследования нас интересует, прежде всего, познавательные умения – умения самостоятельно приобретать знания, в частности, формирование у учащихся умений, необходимых для успешного усвоения естественнонаучных понятий. Для решения этой проблемы необходимо определить состав основных умений по овладению понятиями, общими для предметов естественного цикла. При этом мы исходим из сущности процесса усвоения понятий, а также из общих критериев усвоения понятий. В качестве основных по освоению общих естественнонаучных понятий выделяем следующие умения:

- раскрыть содержание понятия;

- определить объем понятия;
- устанавливать связи, отношения данного понятия с другими понятиями как в рамках одного предмета, так и в рамках нескольких предметов;
- отграничивать данное понятие от ранее усвоенных сходных понятий;
- оперировать понятиями в решении определенного круга задач познавательного и практического характера;
- систематизировать понятия, правильно соотносить их друг с другом;
- оперировать понятиями, усвоенными при изучении одного предмета, для усвоения понятий по другим предметам или для решения задач межпредметного характера (умение обобщенного характера).

Каждый элемент вышеперечисленных умений, в свою очередь, состоит из нескольких операций. Например, чтобы уметь раскрыть содержание понятия, ученик должен выполнить ряд взаимосвязанных операций: анализировать факты, производить наблюдения, выявлять общие, существенные и несущественные признаки, производить сравнение, отделять существенные признаки понятия от несущественных, синтезировать существенные признаки понятия, определить понятия и др. Для этого учащиеся должны овладеть, как было отмечено выше, межпредметными знаниями. Без этого они не могут выполнять те операции, из которых складывается умение.

На основе определения состава основных умений по овладению понятием важно знать критерии, на основе которых можно было бы судить об уровне сформированности каждого вида умений, осуществлять контроль за умениями и своевременно вносить необходимые коррективы как в деятельность учителя по формированию умений, так и в деятельность учащихся по овладению этими умениями.

Анализ структуры умений и особенностей процесса их формирования позволяет определить общие критерии сформированности умений, а на их основе – уровни

сформированности умений. В качестве основных критериев выделяем следующие:

- полноту выполняемых операций, из которых складывается действие в целом;
- рациональную последовательность выполнения операций и их последовательность;
- степень осознанности действия в целом (его научных основ, структуры – состава операций и последовательности их выполнения);
- степень сложности мыслительных и практических операций, необходимых для выполнения соответствующих действий, т.е. обобщенность умения [182].

Для успешного формирования умения выполнять то или иное действие, прежде всего самому учителю необходимо проанализировать структуру действия, четко представить, из каких элементов (операций) оно складывается. Например, какие операции входят в деятельность отделения существенных признаков понятия от несущественных или в деятельность отграничения одного понятия от сходных понятий и др. Вычленив отдельные операции (шаги) в структуре действия, надо определить наиболее целесообразную их последовательность и организовать систему упражнений, направленных на выработку умения выполнять эти простые действия. Эти умения должны быть доведены почти до автоматизма.

После такой предварительной работы на ее основе можно переходить к формированию умения выполнять более сложные действия, для чего подбираются специальные задания.

Выполнение сложных действий осуществляется по этапам. В зависимости от педагогической цели и характера действия формирование умений организуется на основе ориентировки третьего или второго типа.

Этапы формирования сложных по структуре умений (умения по усвоению понятий) связаны с этапами процесса формирования у учащихся научных понятий. Рассмотрим этапы формирования понятий и связанные с ними виды познавательных умений (табл. 19).

Таблица 19

Этапы формирования понятий	Умения, необходимые на данном этапе усвоения понятия
1	2
1. Чувственно-конкретное восприятие	Наблюдения за объектами, демонстрируемыми учителем в процессе фронтального эксперимента, осуществляемые с целью выявления внешних признаков, свойств явлений; работа с учебником; работа с раздаточными материалами; анализировать факты и др.
2. Выявление общих существенных свойств класса наблюдаемых объектов	Наблюдения, проводимые с целью выявления общих черт класса предметов (явлений) и их различий; сравнение отдельных свойств предметов и явлений; сделать выводы и др.
3. Абстрагирование	Уметь абстрагировать, отделять абстрагированное существенное от несущественного.
4. Определение понятия	Умение синтезировать существенные признаки; установление логических связей между существенными признаками понятия; пользоваться правилом определения; сформулировать определение и др.
5. Уточнение и	Умение варьировать

закрепление в памяти существенных признаков понятия	несущественные признаки понятия; сравнивать существенные признаки с несущественными, сопоставлять их; находить по существенным признакам данного предмета или явления; выполнять специальные упражнения и др.
6. Дифференцировка сходных понятий	Умение производить сравнение, выявить общие и отличительные признаки сходных понятий; составлять дифференцирующие таблицы и др.
7. Установление связей данного понятия с другими понятиями	Умение наблюдать за опытом, объектами, демонстрируемыми учителем; ставить опыты; анализировать результаты опытов; построить графики; анализировать формулы; решать простейшие задачи; составлять обратные задачи и др.
8. Применение понятий в решении элементарных задач учебного характера	Умение оперировать понятием при решении элементарных задач; пользоваться справочными таблицами, алгоритмами решения задач и др.
9. Классификация понятий	Умение обобщить знания о связях и отношениях группы уже сформированных понятий; пользоваться правилом деления объема понятий; производить классификацию и систематизацию и др.

10. Применение понятий в решении задач творческого характера	Умение решать задачи; устанавливать связи и отношения между понятиями различных тем, разделов, а также между понятиями различных предметов; предсказать ход явления по заданным условиям; предсказать, как изменится протекание явления с изменением условий; внести изменения в конструкцию прибора с учетом новых условий, в которых он будет использоваться; разработать новый вариант опыта, демонстрирующего данное явление и др.
11. Обогащение понятия	Умение сравнивать новые факты с ранее полученными, выявлять новые существенные свойства объектов; устанавливать связи между новыми и ранее усвоенными признаками понятия и др.
12. Вторичное более полное определение понятия	Умение синтезировать межпредметные знания о данном понятии; использовать преемственность в развитии содержания понятий; пользоваться другими способами раскрытия содержания понятий и др.
13. Опора на данное понятие при усвоении нового понятия	Умение использовать преемственные связи между понятиями, т.е. использовать понятия, полученные при изучении одного

	раздела для усвоения понятий другого раздела; использовать понятия, полученные при изучении одного курса для усвоения понятий другого курса; использовать понятия, полученные при изучении одного предмета для усвоения понятий другого предмета; переносить способы деятельности по усвоению понятий из одного предмета в другой и др.
14. Новое обогащение понятия	Умение уточнять и конкретизировать признаки отдельных понятий на основе новых фактов, наблюдаемых при изучении других предметов, наблюдаемые в природе, технике, быту и др.
15. Установление новых связей и отношений данного понятия с другими	Умение устанавливать связи одного понятия, сформированного при изучении одного раздела (предмета) с понятиями, усвоенными при изучении другого раздела (предмета); включать новые понятия в систему ранее усвоенных понятий и др.

Анализируя состав умений учащихся по усвоению понятий, следует отметить разнообразность и многосторонность характера деятельности учащихся. В состав умений в данном случае входят в большинстве случаев мыслительные операции, такие, как анализ, синтез, сравнение, сопоставление, систематизация, классификация, перенос умственных действий и т.п. Они формируются в течение всего процесса обучения в средней школе и при изучении всех учебных дисциплин. Установить четко очерченные границы между отдельными видами операций очень трудно. Они взаимосвязаны и

взаимообусловлены. Для выполнения одной операции учащимися могут быть использованы и выполнены несколько других операций. Например, чтобы выделить существенные признаки понятия, ученик должен уметь вести наблюдения, анализировать факты, сравнивать полученные результаты и делать выводы. Поэтому процесс формирования у учащихся умения овладевать понятиями – сложный по структуре и продолжительный во времени процесс. Этот процесс происходит успешнее, если в нем не только используются ранее выработанные, но и с течением времени формируются новые познавательные (перцептивные, мыслительные, мнемические) и практические действия, необходимые для овладения более сложным содержанием, если эти действия осознаются и обобщаются учащимися, превращаются в системы взаимосвязанных, прямых и обратных, подвижных умственных операций, легко применяемых в различных ситуациях.

Результат формирования умений повышается там, где обеспечивается постепенный переход от действий учащихся в сотрудничестве с учителем к действиям самостоятельным, от пользования готовыми признаками понятий к их самостоятельному выявлению, от детализированных способов руководства деятельностью учащихся к обобщенным указаниям, оставляющим все больше места для самостоятельности школьников, отыскивания путей решения различных познавательных и практических задач. Важным условием такого обучения является правильное сочетание алгоритмизированных и проблемно-эвристических приемов, формирование обобщенных приемов умственной деятельности на межпредметной основе.

Формирование обобщенных умений неотделимо от проблемы формирования понятий. Несомненно, что процесс обучения чему-либо должен строиться так, чтобы в нем с самого начала были заложены возможности более широкого применения усвоенного на практике (имеется в виду учебная практика). А это значит, что уже с самого начала формирования понятий должны создаваться условия для обобщений, для овладения обобщенными умениями, которые должны применяться самостоятельно в дальнейшем в отдельных

конкретных случаях, в новых ситуациях. Нельзя представлять себе, что учащийся сначала усваивает умения как нечто сугубо конкретное, а затем учится применять их для усвоения понятий. Усвоение понятий и овладение умениями происходят параллельно. Но некоторые умения, доходя до некоторого уровня, могут быть использованы для усвоения других понятий, в других условиях, в других ситуациях, в известной мере отличающихся от тех, применительно к которым эти умения первоначально формировались. Это значит, что проблема переноса умений должна предусматриваться и решаться в какой-то мере уже в самом начале обучения данным понятиям и умениям. Но отсюда не следует, что проблема формирования умений вовсе снимается, как отдельная дидактическая единица. Те умения, какие вырабатываются в пределах одной учебной дисциплины, не могут исчерпать всех умений, необходимых ученику в различных видах деятельности, выполняемых при изучении других предметов. Вместе с тем формирование умений, организованные отдельными учителями при преподавании отдельных предметов, не всегда совпадает с тем самостоятельным процессом, который должен быть выполнен учащимся, когда от него требуется выполнять те или иные действия в совершенно новых условиях. Поэтому формирование обобщенных умений, являясь составной частью усвоения знаний, имеет в то же время свои специфические трудности и особенности и должно быть предметом особой организации и особого контроля, а в ряде случаев требует специального дополнительного обучения.

Наряду с формированием общенаучных умений происходит формирование специальных умений, необходимых для усвоения конкретных понятий, а они в свою очередь «вырастают» до определенного «блока» умений. Данный процесс на примере формирования кинематических понятий и соответствующих им умений исследован В. А. Черкасовым [317].

Осуществление межпредметных связей в формировании обобщенных умений по усвоению понятий приводит к образованию в сознании учащихся межпредметных и межсистемных ассоциаций, а это приводит к серьезным изменениям психологии мышления. При

этом мышление становится более гибким, подвижным, что очень важно для усвоения понятий и для оперирования понятием при решении задач.

Основными направлениями осуществления межпредметных связей в формировании обобщенных умений по усвоению понятий являются следующие.

1. Осуществление общего подхода к формированию у учащихся общих познавательных умений в преподавании родственных дисциплин

2. Обеспечение непрерывности и преемственности различных предметов в формировании общих научных понятий и умений.

3. Определение основных этапов формирования и развития понятия и связанных с ним этапов формирования умения, а также определение роли отдельных предметов в этом процессе.

4. Единство интерпретации понятий, общих для цикла учебных предметов.

5. Единство требований к понятиям и умениям, общим для цикла учебных предметов.

Реализация межпредметных связей ускоряет процесс формирования у учащихся познавательных умений и умений практического характера, что способствует повышению качества усвоения понятия. Она происходит более успешно, если будут четко определены требования к усвоению понятий и связанных с ним умений к моменту окончания средней школы, что должно быть достигнуто в результате изучения всех предметов. Условием осуществления такого подхода является разработка критериев усвоения понятий и критериев овладения умениями, а также планов обобщенного характера. Если на уроках какого-либо предмета, например, физики, учащиеся знакомятся с обобщенными планами деятельности по усвоению понятий, а на уроках по другим предметам учителя также требуют от них использования этих планов при усвоении других понятий, тогда школьники быстрее и глубже усваивают методику работы с этими планами, общие принципы построения различных видов познавательной деятельности. Она предполагает осуществление учителем различных предметов общего

подхода к формированию понятий и умений, предъявление единых требований к овладению школьниками, а также согласованную деятельность учителей физики с учителями других предметов по раскрытию перед учащимися требований к усвоению понятий и ориентированию на использование общего подхода к овладению понятием (усвоение его содержания, объема, связей и отношений с другими понятиями, умение оперировать понятием в решении различного рода задач познавательного характера). Следствием этого является более глубокое и прочное усвоение понятий при меньших затратах времени и усилий учащихся. В результате остается больше времени для решения задач и выполнения заданий творческого характера.

Выводы

1. Многообразное, сложное содержание межпредметных связей показывает, что сущность данного понятия не может быть определена однозначно. На основе теоретического анализа различных подходов к раскрытию содержания понятия МПС мы пришли к выводу, что межпредметные связи – дидактическое условие совершенствования процесса обучения и всех его функций. При содержательно-процессуальном подходе к реализации МПС более строго координируются материалы смежных дисциплин, повышаются научный и прикладной уровни изучаемых материалов, укрупняются дидактические единицы знаний, у учащихся формируются прочные и систематизированные знания, обобщенные учебные умения и навыки, совершенствуется качество становления и развития личности.

2. Наряду с другими можно отметить следующие функции межпредметных связей, которые играют важную роль в формировании и развитии естественнонаучных понятий:

- повышение научного уровня усвоения естественнонаучных понятий;
- повышение прочности усвоения естественнонаучных понятий;
- обеспечение преемственности в формировании и развитии естественнонаучных понятий;

- ускорение процесса формирования учебных умений и навыков, необходимых для усвоения естественнонаучных понятий;

- системообразование на уровне обобщенных естественнонаучных понятий

- овладение учащимися опыта творческой деятельности в процессе усвоения и применения естественнонаучных понятий

- формирование диалектико-материалистического мировоззрения на основе усвоения межпредметных понятий и идей.

3. Проблема формирования у учащихся познавательных умений, в частности умений, необходимых для усвоения естественнонаучных понятий, является первостепенной задачей теории и практики обучения. Для решения проблемы был определен состав основных умений по овладению понятиями, общими для предметов естественного цикла:

- раскрыть содержание понятия;
- определить объем понятия;
- устанавливать связи и отношения между понятиями;
- отграничивать данное понятие от ранее усвоенных сходных понятий;

- оперировать понятиями в решение задач в рамках одного предмета;

- систематизировать понятия, правильно соотносить их друг с другом;

- оперировать понятиями, усвоенными при изучении одного предмета, для усвоения понятий по другим предметам или для решения задач межпредметного характера.

4. Этапы формирования сложных по структуре умений связаны с этапами процесса усвоения учащимися научных понятий. Поэтому формирование обобщенных учебных умений, являясь составной частью усвоения знаний, имеет в то же время свои специфические трудности и особенности и должно быть предметом особой организации и особого контроля, а в ряде случаев требует специального дополнительного обучения.

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ

§ 1. Состав основополагающих естественнонаучных понятий, в процессе формирования которых реализуются межпредметные связи

Одной из основных задач изучения естественных дисциплин в школе является формирование у учащихся системы научных понятий. Овладение системой понятий имеет принципиально важное значение для развития мышления школьников.

На чрезвычайно важное значение образования системы понятий указывал Л. С. Выготский. Он отмечал, что понятие, которым овладевает ученик, может быть вполне осознанным лишь в соотношении с другими понятиями и что для развития мышления первостепенное значение имеет такая иерархия понятий, которая устанавливается на основе отношений общности и соподчинения понятий [42]. Это положение в дальнейшем нашло свое подтверждение в исследованиях В. И. Зыковой, А. З Редько, А. В. Усовой, Н. М. Верзилина и др.

Понятия «материя», «движение», «вещество и поле», «масса», «работа», «энергия», «электрический заряд», «атом», «молекула», «элементарная частица» и др. являются основными понятиями почти всех разделов курса физики. Более того, они имеют важное значение для изучения других естественных дисциплин, прежде всего химии, биологии. Поэтому их можно называть естественнонаучными понятиями. Некоторые авторы [35] употребляют термин «общенаучные» для обозначения понятий, используемых рядом наук, другие же авторы [275; 9] считают общенаучными лишь понятия, применяемые во всех частных науках. В сложившейся ситуации философами предпринимались попытки разграничить по общности понятия, вышедшие за рамки отдельных частных наук. Так, В. С. Готт

и А. Д. Урсул предлагают понятия, применяемые в нескольких науках, называть региональными, а термин «общенаучные» сохранить за понятиями, обладающими предельной общностью в сфере частнонаучного познания [75; 27]. Кроме того, высказывается мнение о целесообразности выделить среди общенаучных понятий самые фундаментальные и называть их философскими категориями [276].

Взаимосвязь частнонаучного, регионального, общенаучного и философского содержания понятий можно изобразить следующим образом (рис.1). В свою очередь объем региональных понятий включает в себя естественно-математические, гуманитарные и политехнические виды понятий (рис.2).



Рис. 1



Рис. 2

Кратко остановимся на анализе развития некоторых естественнонаучных понятий, которое осуществляется в соответствии со следующим планом: а) содержание понятия в современной науке и трактовках их в школьных учебниках физики, химии и биологии; б) потенциальные возможности осуществления межпредметных связей

для формирования и развития общих естественнонаучных понятий в рамках программы курсов физики, химии и биологии. Анализ качества усвоения учащимися этих понятий и некоторые причины возникновения ошибок в их усвоении приведен в § 3 второй глава, а методические и организационные вопросы, указывающие пути предупреждения возможных ошибок в усвоении понятий, будут рассматриваться в последующих параграфах.

Анализ содержания понятий дается с точки зрения марксистско-ленинской теории познания, так как для процесса формирования понятий необходим анализ именно с этих позиций.

Понятие материи. Домарксовым материалистам не вполне ясна была связь содержания понятия материи с содержанием материалистического решения основного вопроса философии. Категория материи зачастую соотносилась не с категорией сознания, а с категорией формы, свойства, движения.

К. Маркс и Ф. Энгельс дали необходимые предпосылки для определения категории материи, выделив вопрос об отношении сознания к материи как главный вопрос всякой философии. Диалектико-материалистически решив его, они показали, что материя находится в движении, в развитии, в изменении.

На основе материалистического решения основного вопроса философии В. И. Ленин в работе «Материализм и эмпириокритицизм» дал наиболее глубокое научное определение понятия материи: «Материя есть философская категория для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них» [9; 131].

В этом определении сосредоточено внимание на всеобщем, абсолютном свойстве материи, принадлежащем всем ее видам как известным, а именно – на ее свойстве быть объективной реальностью, существовать вне и независимо от чьего бы то ни было сознания: «... Единственное «свойство» материи, с признанием которого связан философский материализм, есть свойство быть объективной реальностью, существовать вне нашего сознания» [9; 275].

Нужно иметь в виду, что материальны не только объекты, существующие в природе независимо от деятельности людей (Земля, Солнце и т.д.), но и объекты, созданные трудовой деятельностью людей (машины, здания и др.), потому что и они существуют вне сознания людей и, следовательно, не исчезают и тогда, когда конкретные люди перестают их ощущать и мыслить о них [73; 36-37].

В мире нет ничего, кроме движущейся материи, и неизменным является только существование этой объективной реальности вне и независимо от человеческого сознания. Всегда и везде существует объективная реальность, для обозначения которой уже несколько тысячелетий пользуются понятием «материя». Содержание этого понятия в ходе исторического процесса несколько изменялось, не только в ленинском определении материя оно достигло предельной полноты и всеобщности.

Главной задачей изучения основ естественных наук в средней школе является правильное формирование у учащихся содержания понятия материи в таком его понимании, каким определил В. И. Ленин. Ленинское определение материи является опорой, узловым пунктом в познании и преобразовании мира. Без понимания сущности понятия материи не сформируется диалектико-материалистическое мировоззрение учащихся. С этой целью необходимо максимально использовать все возможности отдельных предметов естественного цикла и их взаимосвязей. По этому поводу очень хорошо сказал А. Эйнштейн: «Вера в существование внешнего мира, независимо от воспринимающего субъекта, лежит в основе всего естествознания» [342; 136].

Исходя из анализа программ [239-242] и учебников [38; 129; 216; 223; 234; 235; 310; 311; 314] естественных дисциплин, можно выделить современное естественнонаучное представление о структурных уровнях материи. Например, в курсе физики и астрономии изучаются элементарные частицы, ядро, атом, молекула, комплексные молекулы (кристаллы и др.), вещество, физическое тело, космические объекты. В курсе химии – химический элемент (атом), химические соединения (неорганические соединения первого порядка – молекулы, комплексные соединения, включая твердые фазы

постоянного и переменного состава), органические соединения – углеводороды и их производные (низкомолекулярные и высокомолекулярные соединения, включая наиболее важные природные высокополимеры – (белки), полионуклеотиды. В курсе биологии – молекулярный уровень (белки, нуклеиновые кислоты), подуровень молекулярного уровня (нуклеопротеиды: комплексы белка и нуклеиновой кислоты), доклеточный уровень (вирусы, бактериофаги), клеточный уровень (клетка), организационный уровень, популяционный уровень, видовой уровень, биоценотический уровень, биосферный уровень.

Виды физического поля: гравитационное, электромагнитное, поле ядерных сил, другие виды (мезонное, электронно-позитронное) изучаются в основном в физике.

Используя эти данные, учитель может видеть перспективу развития понятия «материя» при изучении школьниками естественных предметов.

При формировании понятия материи обращается внимание на следующее:

1. То, что материя является объективной реальностью, означает, что материя существует независимо от нас, от нашего сознания. Естествознание неоспоримо доказало, что Земля, Солнце, природа вообще существовали задолго до возникновения человека с его ощущениями и сознанием. Объективная реальность, данная в ощущениях, является единственной реальностью.

2. То, что материя дана нам в ощущении, означает, что мы познаем материю посредством наших органов чувств. Материя – источник ощущений. Отсюда вытекает признание познаваемости мира и его закономерностей.

3. Материя – первична. Сознание, разум – вторичны. Это означает, что бытие, материя определяют мышление, сознание, а не наоборот.

Понятие материи неразрывно связано со всеми основными понятиями естествознания. Его многогранное содержание, его глубокое мировоззренческое значение раскрываются по мере изучения всего материала курса естественных дисциплин и

формирования понятий о важнейших атрибутах материи (движение, взаимосвязи и взаимодействиях, пространстве и времени, неисчерпаемости, структурном многообразии, количественной и качественной бесконечности, причинности явлений природы и т.п.), лежащих в основе современной научной картины мира.

Как показывает опыт, представления о пространстве и времени как формах бытия материи без особого труда усваиваются учащимися. Обращая внимание учащихся на взаимосвязь пространства, времени и движения, можно указать следующие факты, отражающие взаимосвязь пространственных и временных характеристик физических процессов.

1. Любой материальный объект имеет определенное местоположение, определенные размеры, протяженность, т.е. имеет неотъемлемые пространственные свойства.

2. Любое явление имеет конечную длительность, происходит одновременно или последовательно с другими явлениями, т.е. имеет неотъемлемые временные свойства.

3. Любой процесс представляет собой закономерное явление и описывается с помощью пространственно-временных характеристик, которые явно или неявно входят в законы.

Также при преподавании физики необходимо учесть, что:

а) всем материальным процессам, всем явлениям природы присущи определенные пространственные и временные свойства – пространственные характеристики (координаты) и временные характеристики (промежуток времени) обязательно входят в уравнения, описывающие любое рассматриваемое явление;

б) в размерность многих физических величин одновременно входят как пространственные, так и временные характеристики.

Глубокое методологическое значение представлений о пространственно-временном существовании материи обусловлено тем, что «нет ни одного закона природы, который нельзя было бы свести к некоторому закону, сформулированному на языке пространственно-временных понятий» [342; 321].

Важное значение для всей современной науки, в том числе и для естественных наук, имеет и понятие движение. В результате научного

обобщения истории познания, достижений общественных и естественных наук философами-материалистами убедительно доказано, что материя и движение неразрывно связаны, что движение – это форма бытия материи.

К. Макс и Ф. Энгельс, создав диалектический материализм, доказали, что «Движение, в применении к материи – это изменение вообще» [4; 563]. «Движение есть способ существования матери. Нигде и никогда не бывало и не может быть материи без движения... материя без движения также немыслима, как и движение без материи» [4; 59].

Диалектический материализм не отрицает покоя, но рассматривает его как частный случай движения, как покой относительный. «Всякий покой, всякое равновесие только относительны, они имеют смысл только по отношению к той или иной определенной форме движения» [4; 59]. Об абсолютном покое можно говорить только тогда, когда мы выделяем тело из его связей с другими телами и рассматриваем его отдельно. Однако нельзя найти ни одного тела, пребывающего в состоянии покоя, которое не входило бы в то же время в состав какой-либо системы, которая движется. Поэтому «покой и движение образуют диалектическое единство противоположностей, но покой – только относительный момент движения, а движение абсолютно и вечно» [74; 31].

С целью создания условия для повышения качества формирования у школьников понятия «движение», дальнейшего его развития и систематизации важно рассмотреть вопрос о классификации форм движения в современной науке.

Впервые научное обоснование положения о многообразии форм движения и принципов их классификации было дано основоположниками научного материализма. Много внимания этой проблеме уделял Ф. Энгельс. В таких трудах, как «Людвиг Фейербах и конец классической философии», «Диалектика природы», «Анти-Дюринг» и др. он раскрыл природу многообразия движения и сформулировал основные принципы научной классификации форм движения.

В этих принципах, во-первых, подчеркивается качественное многообразие движения. Различные объекты материального мира обладают специфическим движением. Но это, конечно, не исключает тот факт, что данному виду материи могут быть присущи и другие формы движения. Под видом материи понимается совокупность объектов, обладающих общими признаками и составляющих определенный структурный уровень в организации материи.

Специфичность какой-либо формы движения материи связана с особенностями того материального объекта, который находится в движении.

Во-вторых, при классификации форм движения материи Ф. Энгельс исходил из принципа развития. Этот принцип, неразрывно связанный с всеобщим принципом единства мира, дает возможность классифицировать формы движения материи от простого к сложному, о низшего к высшему.

В-третьих, Ф. Энгельс при классификации форм движения опирался на принцип историзма в развитии самого познания. При этом он принимал во внимание историю развития научных знаний о формах движения, он ставил в определенную зависимость классификацию форм движения от истории познания этих форм.

В соответствии с принципами своей классификации Ф. Энгельс выделил пять основных форм движения материи.

1. Механическое движение – простое перемещение. Материальным носителем его выступают объекты, обладающие массой.

2. Физические формы движения – тепловая, лучистая, электрическая, магнитная. Эту форму движения он связывал с движением молекул.

3. Химическое движение. Эту форму движения Ф. Энгельс рассматривал как движение атомов внутри молекул, в результате, которого имеет место изменение химического состава и строения вещества.

4. Биологическое движение. В качестве материального носителя этой формы движения Ф. Энгельс рассматривал живой белок. Обмен

белковых веществ, ассимиляция и диссимиляция составляют основу всех жизненных процессов.

5. Общественное движение. Эта форма движения рассматривается как развитие всех общественных отношений и самой человеческой личности. В основе этого движения лежит способ производства материальных благ, который, в конечном счете, определяет все стороны общественного развития, в том числе содержание духовной жизни людей.

Характеризуя диалектическое соотношение основных форм движения материи, Ф. Энгельс прежде всего подчеркивает их определенную взаимосвязь, взаимодействие, субординацию, которые находят свое выражение в наличии низших и высших форм движения, в возможности перехода низших форм в высшие, в определенной зависимости высших форм от низших и т.д. выяснение диалектического соотношения форм движения имеет большое мировоззренческое и методологическое значение. Оно дает возможность, во-первых, раскрыть специфику проявления основных законов диалектики в различных формах движущейся материи. Во-вторых, конкретизировать общее положение о движении как способе существования материи применительно к отдельным объектам, а тем самым более глубоко обосновать это общее положение. В-третьих, показать взаимопереход одной формы движения материи в другую и взаимосвязь между простыми, сложными, низшими и высшими, побочными и главными формами движения. В-четвертых, создать основу для научной классификации различных наук. В-пятых, обосновать правомерность переноса методов изучения объектов, применяемых в одной науке, к другой.

За время, прошедшее с тех пор, как Ф. Энгельс изучал эти вопросы, наука далеко шагнула вперед, при этом произошли серьезные изменения в предметах исследования наук, развился целый ряд новых областей знания. Предмет исследования некоторых наук часто далек от того, чтобы охватить лишь одну форму движения. Поэтому рядом философов (Б. М. Кедров, А. И. Игнатов, П. В. Попов, В. Г. Виноградов, В. С. Готт, А. А. Бутаков и др.) высказывались разные мнения о классификации форм движения.

Они считают, что в научной классификации форм движения материи необходимо учитывать: 1) специфику материальных объектов- носителей движения; 2) наличие общих законов для данной формы движения; 3) закономерности исторического развития материи и движения от простейших до наиболее сложных форм. В соответствии с этими требованиями и данными современной науки выделяются три основные группы форм материи: 1) в неорганической природе; 2) в живой природе; 3) в обществе. В каждой из групп имеется множество форм движения материи, что связано с неисчерпаемостью материи. К формам движения материи неорганической природы относят: пространственное перемещение макротел и микрочастиц; движение элементарных частиц и полей – электромагнитные, гравитационные, сильные и слабые взаимодействия, процессы превращения элементарных частиц и др.; движение и превращение атомов и молекул, включающее в себя химическую форму движения материи; изменения в структуре макроскопических тел – тепловые процессы, изменение агрегатных состояний, звуковые колебания и др.; геологические формы движения материи; изменение космических систем различных размеров; планет, звезд, галактик и их скоплений.

Формы движения материи в живой природе – совокупность жизненных процессов в организмах и надорганизменных системах: обмен веществ, процессы отражения, саморегуляции, управления и воспроизводства, различные отношения в биоценозах и других экологических системах, взаимодействие всей биосферы с природными системами Земли.

Общественные формы движения материи включают в себя многообразные проявления сознательной деятельности людей, все высшие формы отражения и целенаправленного преобразования действительности.

На основе анализа проблемы соотношения форм движения материи П. В. Попов и В. Г. Виноградов сформулировали свои точки зрения о том, что же следует понимать под качественно определенной формой движения и по каким объективным признакам можно

отличить одну форму движения материи от другой на современном этапе развития науки:

1. Каждая форма движения имеет определенный материальный носитель, в качестве которого может выступать объект, относящийся к определенному структурному уровню материи, или же объекты, относящиеся к различным структурным уровням материи, но имеющие общее свойство.

2. Под качественно определенной формой движения понимается, прежде всего, специфический вид взаимодействия элементов структуры определенного объекта или совокупности объектов.

3. Каждая форма движения материи характеризуется особым типом противоречий, возникновение, развитие, разрешение которых и представляет самодвижение материальных объектов.

4. Каждая конкретная форма движения материи характеризуется наличием общей закономерности, которой подчиняются все явления, схватываемые данной формой движения. Основу этой закономерности составляет способ, тип связи между элементами структуры в процессе их противоречивого, диалектического взаимодействия.

5. Каждая форма движения материи является предметом изучения определенной науки [237; 47-46].

Некоторые современные философы, рассматривая вопрос о материальном носителе различных форм движения материи, указывают на то, что следует различать «общие носители», присущие нескольким формам движения материи, и «специфические носители», присущие только одной, конкретной форме движения материи. Так, А. А. Бутаков указывает на то, что понятие «специфический носитель формы движения материи» относится к материальному объекту, при отсутствии которого данная форма движения была бы невозможна. А понятие «общий носитель» формы движения или «вообще носитель» относится ко всем объектам, способным к данному виду движения [37; 43]. Анализируя мнение М. И. Шахпоринова [339] об исключении необходимости исследования материального носителя движения, А. А. Бутаков говорит о том, что любой объект, имеющий электрический

заряд – ион, электрон, протон и т.д., участвует в электромагнитной форме движения, т.е. является носителем электромагнитной формы движения материи, но «специфическим носителем» этой формы движения является фотон, так как при его отсутствии нельзя говорить о данной форме движения материи. Для химической формы движения материи «общими носителями являются молекулы, атомы и другие соединения, но «специфическими носителями» неорганического химического движения будут атомы, так как при их отсутствии невозможна данная форма движения. Для биологической формы движения «общим носителем» может быть любой живой организм, а «специфическими» являются нуклеопротеиды.

Мы в своей работе особое значение придаем классификации, предложенной А. И. Игнатовым [11]. Он, следуя за Ф. Энгельсом и Б. М. Кедровым, в основу классификации форм движения материи положил принцип развития. «Через классификацию видов материи, - отмечает А. И. Игнатов, - легче показать внутреннюю связь, превращаемость форм движения материи, так как эти переходы связаны с изменением структуры материального носителя и образованием новых видов материи» [113; 134]. Таким образом, внутренние и внешние формы движения взаимосвязаны и взаимообуславливают друг друга. Внутренние процессы движения, определяющие существование тел, А. И. Игнатов предлагает называть формами движения, а внешние для тел процессы – видами движения [113; 143]. Внутри этих групп возможна более подробная классификация. Формы движения вещества могут быть разбиты на две группы соответственно характеру движения и связанным с ним видами материи. Одна группа форм движения – это внутренние процессы, определяющие существование микрочастиц (от элементарных до белковых тел). Располагая их в порядке усложнения, соподчинения низшего высшему, можно получить следующий ряд:

Внутреннее движение элементар- ных частиц	⇒	Внутри ядер-ная форма движения	⇒	Внутриат- ом-ная форма движения	⇒	Внутри молеку- лярная форма движения	⇒	Жизнь (реакция белковых тел)
--	---	---	---	--	---	--	---	---------------------------------------

Эту группу движения А. И. Игнатов предлагает называть формами движения микрочастиц. Другая группа форм движения состоит из процессов, являющихся способом существования качественно специфических микротел – от кристаллов до метagalactic.

Неоднородная по своему составу и группа видов движения материи. В ней, прежде всего, должны быть выделены процессы взаимопревращений поля и вещества. Одним из более изученных процессов такого рода является превращение фотонов (частиц электромагнитного поля). Вторая группа видов движений охватывает процесс взаимопревращений элементарных частиц, синтеза и распада ядер, атомов, молекул и белковых тел. Третью группу видов движений составляют механическое и тепловое движение. Механическое движение связано с пространственным перемещением микротел, тепловое движение связано с беспорядочным движением большой совокупности взаимодействующих микрочастиц. Каждая микрочастица в отдельности совершает механическое движение, которое имеет особое название – квантово-механическое движение.

На основе анализа различных подходов к классификации форм движения материи можно указывать на следующие основные свойства (признаки) движения, на которые необходимо обратить внимание при изучении естественнонаучных дисциплин в средней школе:

- 1) движение – это изменения, происходящие с материей. Движение – способ существования материи;
- 2) движение неразрывно связано с материей. Нет и не может быть движения без материи;
- 3) каждому виду материи присущи специфические формы и виды движения;
- 4) все виды движения взаимосвязаны и взаимообуславливают друг друга;
- 5) все виды движений взаимопревращаемы друг в друга;
- 6) при всех превращениях одного вида движения в другой в количественном отношении движение остается неизменным. Движение вечно. Оно не возникает из ничего и не исчезает бесследно.

В результате изучения естественных предметов учащиеся к моменту окончания средней школы должны получить общее понятие о движении и разнообразных его форм, о взаимосвязи и о взаимопревращаемости видов движения.

Проведенные исследования и наблюдения за работой учителей и учащихся показывают, что при современном преподавании естественных дисциплин в школе указанные свойства движения изучаются лишь частично, в отрыве друг от друга. Это обусловлено недостатками программ школьных курсов физики, химии, биологии, астрономии, обществоведения, с одной стороны, и недостатками методики изучения движения в различных курсах, отсутствием преемственности изучения различных предметов, с другой стороны.

В методике изучения различных видов движения, - как указывала в свое время А. В. Усова (1969), - и в настоящее время наблюдаются два существенных недостатка. Первый из них заключается в том, что при изучении видов движения не всегда рассматриваются их материальные носители. В результате этого учащиеся склонны иногда рассматривать движение в отрыве от материи. Второй недостаток заключается в том, что различные виды движения изучаются метафизически, вне связи с другими видами движения, без классификации. Формы движения, изучаемые на занятиях по одному предмету, рассматриваются вне связи с формами движения, изучаемыми на занятиях по другим предметам.

Ныне существующие учебники по физике для средней школы недостаточно ориентируют учителей и учащихся на понимание движения как способ существования материи, как ее неотъемлемого свойства.

Во «Ведении» учебника физики для IX класса средней школы отмечается, что «Одно из основных свойств материи — ее изменчивость. Всевозможные изменения, происходящие в материальном мире, изменения материи называют явлениями природы» [129; 7]. «Из всех явлений природы наиболее полно изучено механическое движение. Раздел физики, в котором изучается это явление, называется механикой» [129; 8]. И ни слова не говорится о движении вообще. В учебнике физики для X класса средней школы

говорится о тепловом движении без относительно общего понятия «движение» [38]. Понятие «движение» не обобщается и в учебнике физики для XI класса. В первом параграфе последней главы указывается, что «... каждый из нас приобщился к результатам той огромной работы по изучению различных форм движения материи, строения и свойств материальных тел, которая была проделана на протяжении веков учеными всего мира» [216; 295]. А о различных формах движения материи, о их материальных носителях, их превращаемости следовало бы рассказывать более подробно и более систематически. К сожалению, этого нельзя увидеть на страницах учебников физики.

Изучение механического движения начинается в VII классе и продолжается в IX классе. При этом подчеркивается мысль о том, что механическое движение совершают все тела природы и все частицы, из которых состоят эти тела. При изучении механического движения происходит формирование таких в мировоззренческом отношении важных понятий, как универсальность и относительность движения, уравнения движения и начальные представления о пространстве и времени.

В VIII и X классах учащиеся знакомятся с особенностями теплового движения. Однако в учебниках физики не подчеркивается, что тепловое движение – это есть беспорядочное движение совокупности частиц, что беспорядочное движение одной частицы еще не является тепловым движением.

Дальнейшее развитие понятия о движении в курсе физики происходит в связи с изучением в VIII и X классах движения электрического заряда в электрическом поле, природы электрического тока. При изложении материала о свободных электронах, напоминается, что они «учувствуют в тепловом движении и могут перемещаться по куску металла в любом направлении» [38; 130]. Электрический ток определяется как «упорядоченное (направление) движение заряженных частиц» [38; 161]. В учебнике, хотя не четко, но все-таки говорится о том, что «наряду с хаотическим движением электроны участвуют в упорядоченном движении». Как показали наблюдения, не все учителя

обращают на это внимание. Мы считаем, что это обстоятельство важно подчеркнуть как факт, иллюстрирующий участие материальных носителей одновременно в нескольких видах движения.

Для формирования понятия «движение» недостаточно используются возможности разделов «Механические колебания», «Электромагнитные колебания» и «Электромагнитные волны» учебников для IX и XI классов. В этих разделах говорится о колебательном движении, об уравнении движения тела, колеблющегося под действием сил упругости, движение математического маятника, распространение колебаний в упругих средах, звуковые волны (IX кл.), свободные и затухающие электромагнитные колебания, электромагнитные волны (XI кл.). Но совершенно не говорится о природе материальных носителей этих форм движений, что отрицательно влияет на формирование у школьников материалистического мировоззрения.

При изучении свойств электромагнитных волн и квантовой физики почти не уделяется внимание понятию «движение», хотя содержанием указанных разделов является раскрытие более сложных, по сравнению с механическим и тепловым, видов движения материи. Часто здесь используются такие термины, как «распространение», «отражение», «преломление», «падение», «ход лучей» суть которых означает движение. В результате такого недостаточного обобщения многие учащиеся не относят к движению процессы, происходящие в колебательном контуре, явление радиоактивности, распад тяжелых ядер, взаимопревращаемость частиц вещества, превращение частиц вещества в частицы поля и обратные превращения, синтез ядер легких элементов и др.

Такая же картина наблюдается с развитием понятия «движение» в учебниках биологии и химии. Так, в учебнике биологии для X-XI классов [223] такие процессы, как дыхание, рост, развитие, размножение, обмен веществ и др. не связывается с движением. В учебниках химии [310; 311; 314] нет указания на то, что суть химических реакций – превращения одних веществ в другие – в движении атомов, ионов, электронов. Именно это движение приводит

к изменению свойств веществ и возникновению новых веществ с новыми свойствами.

Вещество и поле – два известных в настоящее время вида материи. «В этом мире нет ничего, кроме атомов и пустоты» - гласит формулировка Демокрита, данная свыше двух тысяч лет назад. Прошло сравнительно немного времени, когда человечество отказалось от «пустоты вакуума» и признало материальность полей. Поэтому неудивительно, что число известных к настоящему времени полей – электромагнитное, гравитационное, сильное и слабое ядерные – не имеет ни в какое сравнение с числом известных веществ – свыше семи миллионов» [243]. Быстрое появление новых веществ создает немало трудностей, возникающих при определении понятий «вещество», так как эти семь миллионов объектов должны быть охарактеризованы общим признаком. Было бы проще дать такое определение: «вся материя, не являющаяся полем, есть вещество», но в таком определении мало конкретности, не хватает аналитического начала.

Последовательно проведенный анализ любого вещества показывает, что оно состоит из молекул, атомов или ионов, которые в свою очередь состоят из положительно заряженных ядер и электронной оболочки. Ядра в свою очередь состоят из протонов и нейтронов. Именно такой аналитический подход лежит в основе современного определения: вещество – вид материи, которая, в отличие от физического поля, обладает массой покоя. В конечном счете, вещество складывается из элементарных частиц, масса покоя которых не равна нулю (в основном из электронов, протонов, нейтронов).

Изучение понятия «вещество» в курсе физики, химии и биологии предполагает сообщение учащимся знаний о его составе, строении и свойствах. Взаимосвязи между составом, строением и свойствами выражает структуру теоретического ядра системы знаний о веществе.

Знание о составе вещества включает в себя понятия элементарная частица, ядро, атом, молекула, элемент. Состав вещества раскрывается на разных уровнях их структурной организации. Первоначальное понятие о составе вещества формируется на основе

атомно-молекулярного учения. Изучение периодического закона и периодической системы элементов на основе теории строения атома существенно пополняет знания школьников о составе вещества. Здесь дается понятие об электронно-ядерном составе атомов и способах его характеристики по месту расположения элемента в периодической системе.

Важное значение для понимания качественного и количественного состава вещества имеют такие характеристики химических элементов, как: химическая символика, относительная атомная масса, электронная формула атома элемента, валентность, степень окисления (окислительное число) элементов и др.

Строение веществ изучается в средней школе на разных уровнях структурной организации с учетом их генетической связи.

1. На субатомном и атомном уровнях изучаются атомы, как целостные ядерно-электронные образования. Их небольшие изменения, связанные с изменением внешних электронных оболочек при сохранении атомного состава, приводят к разным валентным состояниям атомов, к разнообразию атомных форм вещества (ионы). Эти атомные частицы важно представить учащимися как простейшую дискретную форму вещества, обладающую физико-химическими свойствами, важнейшее из которых – способность к образованию химической связи с другими атомами.

Строение атомов на этом уровне объясняется и описывается законами и понятиями квантовой теории строения атомов и определяется местом элементов в периодической системе Д. И. Менделеева. При этом особое внимание школьников обращается на механизмы электронно-ядерного взаимодействия, на состояние электронов в атоме, на периодическое изменение электронной структуры атомов. Эти знания важны для понимания механизмов образования химической связи атомов, их реакционной способности. Здесь особое значение имеет формирование таких понятий, как «группировка электронов и ядер в атомные частицы», «форма электронных облаков и их расположение в пространстве», «энергетические уровни атомов и их заполняемость электронами», «электронная конфигурация атомов и их периодическая

изменяемость», «спаренные и неспаренные электроны», «валентное состояние атомов и атомных частиц и т.п.

2. На молекулярном уровне строения вещества химическое связывание атомных частиц осуществляется в процессе их взаимодействия. Результаты его являются образование «молекулярных частиц» (молекул, ионных пар, атомных и ионных комплексов и др.) Центральное понятие этого уровня – «химическая связь». Содержание этого общего понятия раскрывается с помощью видовых, подчиненных ему понятий: «тип связи», «ее характер», «свойства».

3. Понятия о структурной организации веществ на макроуровне включает следующие знания: «агрегатное состояние», «агрегатные изменения вещества», «вещества молекулярного и немолекулярного строения», «кристаллическое строение вещества», «аморфное состояние вещества», «кристаллические решетки» и их типы и др.

Знания о свойствах веществ включает в себя совокупность понятий «физические и химические свойства», «реакционная способность» и др.

Свойства – сторона предмета, обуславливающая его различие или сходство с другими предметами и проявляющаяся во взаимодействии с ними. Всякое свойство относительно. Например, по отношению к дереву железо твердо, по отношению к алмазу оно мягко. Каждое вещество обладает множеством определенных свойств, единство которых означает его качество. Свойства бывают специфическими и общими, необходимыми и случайными, существенными и несущественными, внешними и внутренними, совместимыми и несовместимыми, делимыми и неделимыми, естественными и искусственными и т.п. Диалектический материализм утверждает, что все свойства веществ присущи самим веществам, т.е. объективны. Отделить их от веществ можно лишь мысленно. Изучение отдельных свойств предметов служит ступенькой к познанию их качеств.

Физические свойства – это свойства, обусловленные масс-энергетическими изменениями, не затрагивающими внутренней природы веществ. Их можно представить в виде таблицы 20.

Таблица 20

Класс свойств	Виды свойств вещества
Физико-механические	Упругость, пластичность, твердость, прочность, хрупкость.
Тепловые	Теплопроводность, теплоемкость, переход из одного агрегатного состояния в другое при изменении температуры.
Электрические	Способность электризоваться, электропроводность, электрическая поляризация, электрическая проницаемость.
Магнитные	Способность намагничиваться, магнитострикция, магнитная проницаемость.
Оптические	Прозрачность, цветность, способность рассеивать свет, способность к преломлению света, характеризуемая коэффициентом преломления.
Радиоактивность	Способность к собственной радиоактивности, способность к радиоактивности под влиянием внешнего воздействия.

Химические свойства обусловлены изменением их внутренней природы и связаны с превращением исходных веществ в новые, с новыми качествами. Химические свойства проявляются в химических реакциях, во взаимодействиях с другими веществами, в определенных условиях. В реальных условиях часто бывает сложно разделить физические и химические свойства (растворение веществ, фазовые

переходы, аллотропные видоизменения и др.), поскольку реальному веществу как виду материи присущи разные формы движения.

В познавательном плане большое значение имеет знание зависимости свойств вещества от их состава и строения. История и методология науки убедительно доказывают, что основная задача естествознания, в частности химии, - раскрытие зависимости реакционных способностей веществ от их состава и строения, что стало основной идеей построения современного курса химии средней школы, средством генерализации знаний по химии.

Раскрытие взаимосвязи между составом, строения и свойствами веществ на субатомном уровне осуществляется на основе межпредметных связей физики с химией, так как здесь имеет место ее подчинение законам микромира, описываемых квантовой механикой. Электронно-ядерная система – основной объект этого уровня, в рамках которой раскрывается взаимосвязь состава, строения и свойств атома. Зависимость свойств от состава и строения на данном уровне не равнозначна. Одни свойства атома (заряд ядра, атомная масса) функционально связаны с составом, другие – с составом и его строением (валентность, электроотрицательность, энергия ионизации, сродство к электрону). Эти функциональные зависимости свойства атомов от их состава и строения следует раскрывать на примере конкретных элементов. Например, анализируя состав атомов азота (ядро атома состоит из 7 протонов и 7 нейтронов, вокруг которого вращается 7 электронов), учащиеся выясняют его свойства (заряд равный 7 и массовое число равное 14). Аналогично раскрывается зависимость свойств от строения. Поскольку атом азота имеет 5 валентных электронов, из которых 2 прочно спарены, а три распарены, то его максимальная валентность 3, а степень окисления 5.

Молекулярный уровень имеет наиболее важное значение для уяснения специфики строения и свойств веществ, обусловленной взаимодействиями электронных оболочек, соединяющихся между собой химической связью атомов. Здесь главное системообразующее понятие – «химическая связь». От характера химической связи в прямой зависимости находится реакционная способность веществ.

Только на этом уровне можно обсуждать физические и физико-химические свойства.

На макроуровне функциональные связи между составом, строением и свойствами веществ наиболее сложны и многообразны. Важнейшим системообразующим понятием на этом уровне для твердых веществ является «элементами ячейка кристаллической решетки», а для жидких и газообразных (для веществ, не имеющих определенной структуры) – надмолекулярное строение.

Чтобы обеспечить системное усвоение содержания и объема понятия «вещество», надо четко выделить и наглядно выразить структуру его инвариантного содержания, выделив в ней основные понятия, связи системообразования и функционирования. В качестве последних, прежде всего, должны быть установлены закономерности состава, строения и свойств веществ, обеспечивающие также перенос понятий в другие области знаний.

Методическая значимость генетического и уровневого подходов состоит в том, что они определяют особенности процесса изучения веществ и могут стать основой для реализации межпредметных связей физики, химии и биологии, для определения типов познавательных задач, упражнений и других средств, направленных на овладение понятием «вещество».

Экспериментальные исследования, проведенные нами в VII-VIII классах, показали, что учащиеся сравнительно хорошо усваивают понятия о веществе в следующей последовательности: определение вещества с последующим дополнением; строение вещества; взаимодействие частиц, составляющих вещество и их природа; состояния веществ; особенности движения частиц в разных состояниях вещества; свойства вещества и величины их характеризующие и др. Если их кратко охарактеризовать, то это выражается в следующем.

1. Вещество – один из видов материи, имеющий атомарно-молекулярную или плазменную структуру. В отличие от физического поля вещество обладает массой покоя.

2. Вещество состоит из частиц, имеющих массу покоя, не равную нулю.

3. Атомы и молекулы вещества взаимодействуют друг с другом (между ними одновременно действуют силы притяжения и отталкивания).

4. Частицы вещества могут двигаться с различными скоростями, значения которых заключены в интервале $0 < v < c$.

5. Вещество может находиться в твердом, жидком и газообразном состоянии, и сильно отличаются движения молекул и атомов в этих состояниях.

6. Физические и химические свойства вещества зависят от строения вещества. Величинами, характеризующими физические и химические свойства вещества, - являются валентность, плотность, удельная теплоемкость, электрический заряд, показатель преломления и др.

7. Вещество взаимосвязано с другим основным видом материи – физическими полями: вещественные тела образуют различные системы лишь благодаря связи их частиц посредством физических полей; частицы вещества и частицы полей могут взаимопревращаться, обладают многими общими для них свойствами и т.д.

8. Все явления и физические процессы, происходящие в веществе, подчиняются законам сохранения массы, энергии, импульса, электрического заряда и т.д., отражающим неумиротворимость материи и ее движения.

Понятие вещество тесно связано с физическим полем. Хотя методика формирования представлений у учащихся о материальности физического поля давно разрабатывается [93; 214], все же освещению основополагающих идей современной теории физического поля в практике преподавания не уделяется должного внимания.

Изучение физических полей в школе страдает серьезными недостатками:

- не определены последовательность изучения понятия материи, что затрудняет формирование понятий о материальности физических полей;

- понятие поля вводится, как правило, уже после изучения законов соответствующего взаимодействия, недостаточно вскрывается взаимосвязь понятий поля и взаимодействия;

- при изучении гравитационного и ядерного взаимодействия соответствующие им поля не рассматриваются;

- структурные элементы физических полей даже не упоминаются при изучении полей и соответствующих им взаимодействий [93].

Введение понятия материи в самом начале изучения физики – необходимое условие формирования понятия физического поля. Это позволяет с самого начала рассматривать вещество и поля как два основных вида материи.

Наиболее приемлемым способом изучения физических полей – их поэтапность: 1) качественное ознакомление учащихся с полем как вида материи; 2) количественная характеристика основных действий физических полей; 3) рассмотрение взаимосвязи поля и вещества, взаимопревращаемости видов материи.

На первом этапе изучения поля обращается внимание на тот факт, что физические поля существуют как в веществе, так и в вакууме, где вещества нет. Следовательно, поля – вид материи, отличный от вещества. Они обладают многими специфическими свойствами. Например, одним из специфических свойств световых частиц (фотонов), отличающих их от частиц вещества, является то, что они движутся со скоростью 300 000 км/с.

Формирование представлений учащихся о материальности поля происходит на основе рассмотрения его как универсального носителя передачи взаимодействия. Взаимосвязь понятия поля с понятием взаимодействия должна найти свое отражение и в трактовке физического поля:

1) физическое поле – вид материи, относительно отличный от вещества в макроскопических явлениях;

2) оно является материальным носителем передачи того или иного взаимодействия;

3) оно взаимосвязано с веществом и обладает свойством связывать частицы вещества в системы [93].

В частности, электромагнитное поле – материальный носитель передачи электромагнитного взаимодействия и определяется как вид материи, обнаруживаемый по его действию на электрические заряды.

В экспериментальных классах на первой ступени обучения физике был сообщен следующий круг сведений об электрическом и магнитном полях.

1. Электрическое поле неразрывно связано с покоящимися зарядами и осуществляется взаимодействием заряженных частиц.

2. Магнитное поле неразрывно связано с движущимися зарядами. Там, где имеются движущиеся заряды, существует магнитное поле.

3. Электрические и магнитные поля обнаруживаются во всем пространстве, окружающем покоящиеся или движущиеся электрически заряженные частицы.

4. О существовании электрического поля можно судить по действию его на внесенный электрический заряд. О существовании магнитного поля можно судить по действию его на проводник с током или отдельные движущиеся заряды.

5. Действие электрического поля на внесенный в него электрический заряд ослабевает с увеличением расстояния вносимого в поле заряда от заряда, которым создано данное электрическое поле.

6. Действие магнитного поля на проводник с током ослабевает с увеличением расстояния проводника с током от источника магнитного поля (постоянный магнит или проводник с током).

7. При перемещении электрического заряда его поле в данной точке пространства изменяется.

8. Изменение электрического поля распространяется со скоростью 300 000 км/с.

Разделение материи на вещество и поле оправдано только для макропроцессов и почти полностью теряет свой смысл для явлений микромира [74; 93].

Особое методологическое значение приобретает не противопоставление частиц вещества и частицу поля, а выяснение их общих свойств, отражающих единство и взаимосвязь материи. Достаточно обоснованно могут быть разъяснены школьникам следующие общие свойства частиц вещества и частицы поля:

1. Масса, энергия, импульс, заряд, спин и другие характеристики материальности частиц.
2. Протяженность и сложная внутренняя структура (характеристики неточности частиц – спин, магнитный момент, различные сечения взаимодействия и т.д.).
3. Единство корпускулярно-волновых свойств (единство дискретности и континуальности).
4. Стабильность и неустойчивость в различных условиях взаимодействия.
5. Взаимопревращаемость.
6. Справедливость закона сохранения.
7. Неисчерпаемость (свойств, связей и взаимодействий, структуры и т.д.).

Понятие «энергия» - одно из фундаментальных понятий современного естествознания. Его содержание раскрывается постепенно, на протяжении изучения всего курса естественных предметов средней школы.

Энергия есть общая мера различных форм движения материи. Имеются качественно различные формы движения материи, которые способны превращаться друг в друга в строго определенных количественных отношениях. Именно установление в середине XIX в. этого факта послужило основанием введения понятия «энергия» как общей меры движения материи, что позволяло измерять различные формы движения материи единой мерой.

В соответствии с различными формами движения различаются виды энергии: механическая, внутренняя, химическая, электромагнитная, гравитационная, ядерная и т.д. Это разграничение имеет условный характер благодаря способности движения материи к взаимным переходам.

Механической энергией называют энергию перемещения и взаимодействия микроскопических тел. Различают два вида механической энергии – кинетическую (обусловленную движением тел) и потенциальную (энергию взаимодействия между телами).

Внутренней энергией называют энергию движения и взаимодействия частиц, составляющих данное тело. Внутренняя

энергия – функция состояния, определяющаяся термодинамическими параметрами (температура, давление, объем, плотность и др.).

Химическая энергия – составная часть внутренней энергии. Это энергия связи атомов в молекулах. Она обусловлена движением и взаимодействием валентных электронов. При химических превращениях разность энергии начальных и конечных процессов реакции выделяется или поглощается в виде других форм энергии.

Электромагнитной энергией называют энергию электромагнитного поля. Она распределена в пространстве, поэтому состояние поля в различных точках может быть охарактеризовано плотностью энергии, определяемой как энергия единицы объема вблизи данной точки поля.

Гравитационная энергия – энергия гравитационного поля.

Ядерная энергия – энергия, зависящая от строения и состава атомов. Она представляет собой также часть внутренней энергии тел. При ядерных превращениях разность энергии ядер исходных и конечных изотопов выделяется обычно в виде кинетической энергии образующихся ядер и элементарных частиц, а также в форме электромагнитной энергии (γ – излучение).

Наряду с указанными выше видами энергии в учебной литературе различают: энергию магнитного поля, энергию электрического поля, энергию электрического тока. Очень распространен термин «электрическая энергия». Говоря об электрической энергии, понимают и энергию электрического тока, и энергию электростатического поля, и энергию электромагнитного поля.

В связи с изучением строения ядра и взаимодействия элементарных частиц в науке возникло понятие энергия связи. Под энергией связи понимают разность между энергией связанного состояния некоторой совокупности частиц и энергией такого состояния, когда эти частицы разделены и бесконечно удалены друг от друга. Если эти частицы – атомы, образующие молекулу, то речь идет об энергии химической связи. Если эти частицы – нейтроны и протоны, образующие ядро, то речь идет об энергии связи ядра. По

своей величине энергия связи равна той работе, которую нужно совершить, чтобы разложить систему на составляющие ее части.

Важным этапом в развитии понятия «энергия» явилось установление связи между массой и энергией $E=mc^2$. Это соотношение универсально. Оно показывает, что даже в самых мельчайших микрочастицах всегда имеется определенного вида движения, мерой которого и является выражение $E=mc^2$. Особенно важное практическое значение получило это соотношение в связи с развитием ядерной энергетики, поскольку оно лежит в основе расчета энергетического баланса ядерных реакций. Кроме того, закон взаимосвязи массы и энергии утверждает, что любой объект с массой m обладает энергией E равной mc^2 . И наоборот, любой объект, обладающий энергией E , имеет массу $m=E/c^2$. Смысл этого закона состоит в утверждении невозможности существования массы без энергии и энергии без массы.

Понятие «энергия» неразрывно связано с законом сохранения и превращения энергии. Общий характер данного закона и его исключительное значение для естествознания были впервые отмечены Ф. Энгельсом. Он первым обратил внимание на то, что закон, который до того времени назывался законом сохранения энергии, выражает не только количественную, но и качественную сторону. Он выражает неуничтожимость движения и его способность к превращению. В этом заключается его философское значение, представляющее собой естественнонаучную основу материализма.

Понятие энергии, закон сохранения и превращения энергии проходят через весь курс физики и других естественных предметов средней школы. Первоначально понятие об энергии как способности тел совершать работу учащиеся получают в курсе физики VII класса при изучении механики. Учащиеся знакомятся с двумя видами энергии – кинетической и потенциальной, с превращением одного вида энергии в другой и с законом сохранения и превращения энергии для механических процессов.

При изучении тепловых явлений в VIII классе учащиеся знакомятся с внутренней энергией тел и способами ее изменения: механической работой и теплообменом. Изучая процессы

теплообмена и выполняя при этом опыты по измерению количества теплоты, получаемого нагревающимися телами и отдаваемого охлаждающимися телами, приходят к выводу о справедливости закона сохранения энергии применительно к тепловым процессам. Изучение агрегатных превращений вещества способствует более глубокому осмысливанию этого вывода, который для учащихся имеет принципиальное значение – они убеждаются в том, что область применения закона сохранения и превращения энергии не ограничивается только механическими процессами, он справедлив и для тепловых процессов.

Изучая раздел «электричество», учащиеся знакомятся с новыми для них формами материи и ее движения, электрическим и магнитным полями, с преобразованием энергии электрического поля в энергию магнитного поля и наоборот, получают понятие об энергии электрического тока и превращения этой энергии во внутреннюю энергию проводника (тепловое действие тока).

Рассматривая принцип действия источников постоянного тока (гальванических элементов и аккумуляторов), генераторов электрического тока и электродвигателей, учащиеся знакомятся с преобразованием химической энергии в энергию электрического поля, электрической энергии – во внутреннюю энергию проводника и в механическую энергию, механической – в электрическую, электрическую – в химическую и т.д.

Таков объем знаний об энергии, который предусмотрен программой на 1-й ступени изучения физики. Он обеспечивает ознакомление учащихся VII-VIII классов с достаточным количеством экспериментальных фактов, необходимым для того, чтобы подвести учащихся к выводу о всеобщности закона сохранения и превращения энергии.

В дальнейшем, при изучении физики в старших классах, происходит углубление понятия «энергия». Учащиеся знакомятся с формулами для определения величины кинетической и потенциальной энергии тел, внутренней энергии, энергии электрического поля конденсатора, энергии магнитного поля соленоида, получают понятия о новых для них видах энергии –

энергии химической связи, энергии связи ядер атомов. Понятием о квантовом характере излучения и поглощения энергии атомом, изучением закона взаимосвязи массы и энергии завершается процесс развития понятия «энергия» в курсе физики средней школы.

Таким образом, по мере расширения знаний учащихся о формах движения материи, о явлениях, протекающих в природе и технике, расширяются и знания учащихся о видах энергии, ее сохранении и превращении.

В данном параграфе мы рассматривали содержание некоторых фундаментальных понятий, которые являются ядром предметов естественного цикла. При изучении этих дисциплин учащиеся знакомятся еще с рядом общих естественнонаучных понятий, таких, как масса, работа, электрический заряд, валентность и др., а также овладевают специфическими понятиями отдельных предметов. Успешное формирование и развитие этих понятий в познании школьников зависят от правильного выбора и использования методов и средств обучения, а также форм реализации межпредметных связей.

§ 2. Способы и средства реализации межпредметных связей в формировании естественнонаучных понятий

Анализ исследований, направленных на выявление приемов, способов и средств реализации межпредметных связей, дает основание полагать, что этот аспект проблемы остается малоизученным. Почти нет исследований, касающихся разработки конкретных способов и средств реализации межпредметных связей в процессе формирования понятий физики, химии и биологии. А различные способы, приемы и средства реализации межпредметных связей, применяемые в исследованиях, вытекали из конкретных задач, стоявших перед авторами. В большинстве случаев они глубоко не рассмотрены и научно не обоснованы. Поиск эффективных путей, способов и средств реализации межпредметных связей в формировании у школьников научных понятий должен основываться и исходить из сущности и закономерностей процесса обучения. Поскольку процесс формирования научных понятий является

целостным, то для его обеспечения необходима и целостная дидактическая система, основанная на взаимодействии следующих компонентов: целей учителя и ученика, содержания, методов (приемов и способов) и средств обучения, формы организации учебных занятий, а также результатов формирования понятий. В этой системе главным звеном является деятельность учителя и учащихся, осуществляемая посредством различных приемов и средств. Под руководством учителя происходит усвоение учащимися основных понятий и одновременно овладение соответствующими умениями и навыками.

Рассматривая реализацию межпредметных связей в формировании научных понятий, следует заметить, что учитель и ученик имеют свои определенные функции в этой взаимосвязанной и согласованной деятельности. Задача учителя состоит не только в том, чтобы сообщить учащимся готовые знания из смежных дисциплин, но и управлять процессом усвоения системы естественнонаучных понятий, процессом формирования общих учебных умений, задача ученика – овладеть системой естественнонаучных понятий, способами их усвоения и применения, научиться самостоятельно устанавливать связи между понятиями отдельных дисциплин. Соответствие целенаправленной деятельности учителя и учащихся по реализации функций межпредметных связей в процессе формирования понятий обеспечивается с помощью различных способов и средств, способствующих включению каждого ученика (или их групп) в активную деятельность в этом процессе. Это положение может служить критерием выбора эффективных приемов, способов и средств реализации функций межпредметных связей.

В теории и практике обучения наибольшее распространение получили такие приемы и средства реализации межпредметных связей, как: напоминание, указания, исторические экскурсы [149; 322]; использование иллюстративного материала [71-72; 322; 340]; работа с учебной и дополнительной литературой [149; 158]; задания, вопросы и задачи межпредметного характера [43; 76; 97; 107; 189; 346; 347]; постановка демонстрационного эксперимента и выполнение лабораторной работы межпредметного содержания [36];

формирование у учащихся обобщенных умений и навыков познавательного характера [30; 292]; вооружение обобщенным планом познавательного характера [148; 292]; подготовка рефератов и докладов [299; 300]; осуществление единого подхода к формированию познавательных умений и навыков на основе межпредметных связей [148; 299]; постановка межпредметной проблемы [104; 105; 166]; межпредметное повторение [23; 149] и т. п.

Анализ способов и средств реализации межпредметных связей, выделенных разными авторами, позволяет утверждать их многообразие и полифункциональность. Их можно классифицировать по роли в выполнении основных функций межпредметных связей в формировании общих естественнонаучных понятий.

В § 1 третьей главы мы указали 3 типа межпредметных связей: хронологические, содержательно-информационные, деятельностные.

1. Хронологические связи отражают временной (характер) фактов. Целью данного типа связей является координация учебных дисциплин во времени, обеспечивающая такое распределение предметов в учебном плане, при котором непрерывно углубляется научный уровень теоретических знаний, развиваются учебные и практические умения и навыки. Другими словами, этот тип межпредметных связей должен обеспечивать преемственность в процесс приобретения знаний и умений.

Дидактическими способами и средствами для достижения этой цели являются: учебный план, обеспечивающий строгое согласование во времени изучения различных предметов; учебные программы, обеспечивающие согласование во времени изучения основных естественнонаучных понятий; учебники предметов естественного цикла, обеспечивающие единство в интерпретации общих естественнонаучных понятий и преемственность в их развитии; согласование, при котором учитель одного предмета готовит базу для изучения другого предмета, сам при этом опираясь на знания, полученные школьниками ранее при изучении других предметов; сетевое планирование, выявляющее основные связи учебных тем, курсов на определенных отрезках времени; тематическое планирование, отражающее логическую структуру учебного

материала, опорные знания из других курсов; синоптическое планирование, показывающее «поурочный» (позанятийный) вклад каждого предмета в формирование и развитие понятий. Перечисленные виды планирования (кроме учебного плана и программы) осуществляется методическими объединениями, учителем каждого учебного предмета.

В экспериментальном обучении, проведенном в школах Киргизской ССР с целью реализации межпредметных связей в формировании у учащихся общих естественнонаучных понятий, нами были использованы три вида планирования: тематическое, синоптическое и «поурочное» [174; 175; 177].

2. Содержательно-информационный тип межпредметных связей, который классифицируется по структуре учебного материала, включает в себя: связи, осуществляемые на уровне фактов, обеспечивающих углубленное и расширенное восприятие учебного материала на основе применения фактических данных из различных предметов; связи, осуществляемые на уровне понятий, основанных на усвоении и систематизации данных, полученных из различных дисциплин, для более полного отражения в сознании учащихся содержания и объема какого-либо понятия, связей данного понятия с понятием других предметов; связи, осуществляемые на уровне законов, обеспечивающих правильное усвоение причинно-следственных связей явлений, свойств тел, а также функциональных зависимостей понятий различных предметов естественного цикла; связи, осуществляемые на уровне теорий, отражающих взаимосвязи между теориями различных наук, совокупность явлений, объясняемых теорией одной науки; связи, осуществляемые на уровне методов научного исследования, показывающих взаимное проникновение методов научного познания в различные учебные дисциплины, общность методов исследования естественных наук (например, электронная микроскопия, регистрация биопотенциалов, применение радиоактивных изотопов и рентгеноструктурный, люминесцентный и другие физические методы анализа), физические методы воздействия (поля, ультразвук, элементарные частицы и т.д.); связи, осуществляемые на уровне прикладных вопросов,

показывающих многостороннее, комплексное использование достижений естественных наук в различных областях народного хозяйства. Все эти связи охватываются системообразующей функцией, дающей общее синтезированное представление естественнонаучной картины мира. Целью содержательно-информационной связи является показ диалектической взаимосвязи между явлениями и предметами материального мира, их единства, общности методов их познания, что и выполняют функции межпредметных связей в повышении научного уровня усвоения понятий и в формировании у школьников диалектико-материалистического мировоззрения. Для достижения этой цели могут быть использованы следующие способы и средства: показ тесной взаимосвязи между понятиями, законами и теориями, изучаемыми на занятиях по смежным естественным дисциплинам; опора на знания, полученные учащимися ранее при изучении других предметов естественного цикла, в процессе формирования новых понятий; опора на знания, полученные учащимися ранее при изучении других предметов, в процессе развития имеющихся понятий; обобщение и конкретизация естественнонаучных понятий на основе изучения общих законов и теорий при изучении разных предметов; показ общности методов научного исследования (наблюдение, эксперимент, теоретическое обобщение) естественных наук; показ комплексного применения явлений, законов, теорий и технологических процессов естественных наук в народном хозяйстве, в ускорении научно-технического прогресса и социально-экономического развития страны; решение задач межпредметного содержания, требующих от учащихся комплексного применения знаний, полученных при изучении различных дисциплин.

Информационная часть данного типа межпредметных связей дает возможность устанавливать соотношение между способами и средствами их реализации (табл. 21). Средства обучения в самом широком смысле этого слова являются источником учебной информации.

Таблица 21 Классификация способов и приемов реализации
межпредметных связей по источникам информации

Средства обучения или источники информации	Способы и приемы реализации межпредметных связей
Речь учителя и учащихся	Рассказ, беседа, объяснение, напоминание, указание, ответы на вопросы, диалог, дискуссия по материалам разных дисциплин
Печатное слово	Работа с учебной и дополнительной литературой, печатными дидактическими материалами, схемами, графиками, диаграммами различных предметов, межпредметными наглядными пособиями
Учебное оборудование	Выполнение межпредметных опытов, демонстраций, лабораторных работ, практикумов и др.
Технические средства обучения	Работа с межпредметными материалами (кодо-, диа-, кино-) для технических средств обучения
Объекты окружающей среды	Проведение наблюдений за объектами окружающей среды с точки зрения разных наук, за явлениями, происходящими в природе
Практическая деятельность учащихся	Решение межпредметных задач, выполнение межпредметных упражнений, заданий, лабораторно-практических работ, выполнение межпредметных работ, подготовка рефератов, докладов и др.

3. Деятельностный (процессуальный) тип межпредметных связей характеризуется способами приобретения знаний, умений и навыков. Целью данного типа связей является приобретение и развитие практических и познавательных умений, общих для цикла естественных дисциплин. К ним прежде всего относятся: вычислительные, измерительные, графические и другие, а также умения познавательного характера, которые дают возможность планировать, организовывать и контролировать самостоятельное приобретение понятий. Данный тип связей предполагает осознание самими учащимися значения осуществления межпредметных связей в процессе учения. Наиболее слабым местом дидактики является именно неразборчивость методики обучения учащихся реализации межпредметных связей в их учебной деятельности.

В зависимости от активности учащихся в учебно-познавательной деятельности по установлению связей между изучаемыми в школе дисциплинами можно указать на три ее уровня: непродуктивный, поисковый и творческий.

Первый уровень характеризуется стремлением ученика понять, запомнить и воспроизвести взаимосвязь между понятиями естественнонаучных дисциплин, указанную на уроке учителем. При организации репродуктивной деятельности учащихся учитель пользуется объяснительно-иллюстративными методами преподавания. Методические приемы, используемые при реализации межпредметных связей – напоминание, сравнение, сопоставление, указание и т.п.

Характерным показателем первого уровня активности осуществления межпредметных связей является отсутствие у учащихся интереса к углублению знаний, к установлению взаимосвязи между понятиями разных наук. Причиной этого является неполное понимание учащимися содержания изучаемых понятий, законов, теорий и их практических применений. Одной из главных причин такого положения, как показали наши наблюдения, является недостаточное акцентирование учителем внимания учащихся на необходимость установления связей между понятиями разных предметов.

Второй уровень характеризуется стремлением ученика к выявлению взаимосвязей между явлениями и процессами природы, к овладению общими способами усвоения понятий в измененных условиях.

Сущность деятельности учителя, стремящегося развивать умения учащихся устанавливать связи между явлениями различной природы, связана с использованием информационно-поисковых методов обучения, что обеспечивает частично-поисковый характер деятельности ученика. К таким методическим приемам можно отнести работу с учебником смежной дисциплины, использование текстов учебников по смежным дисциплинам, создание межпредметных познавательных перспектив учащихся. Например, учителя физики, химии и биологии совместно определяют содержание заданий, которые предлагаются школьникам перед изучением большого раздела или темы. К выполнению их все учащиеся должны тщательно готовиться, то есть исследовать, выполнить эксперимент, работать с дополнительной литературой, решать задачи. Каждому ученику предлагаются конкретные вопросы, над которыми он должен работать в ходе изучения определенных разделов или тем разных курсов. Вопросы ставятся не стандартные, требующие от учащихся частичных поисков или некоторых исследований. Иногда такие задания предлагаются отдельным группам учащихся. Учителя в ходе работы определяют конкретные пути и условия выполнения этих заданий. Стимулируют успехи ребят, гарантируют объективную оценку их труда.

Например, учащимся IX классов при изучении физики и биологии были предложены следующие познавательные задачи, которые являлись учебной перспективой при усвоении конкретных понятий: «Исследование методов определения скорости кровотока», «Исследование определения механической работы мышц человека. Эргометрия», «Исследование определения работы и мощности сердца», «Изучение принципа действия звуковых локаторов» и др. При выполнении этих заданий, кроме учебников физики и биологии, учащимися предлагались следующие литературные источники.

1. Безденежных Е. А., Брикман И. С. Физика в живой природе и медицине. – Киев: Радянська школа, 1976. – 200 с.
2. Варикаш В. М., Кимбар В. А., Варикаш И. М. Физика в живой природе. – Минск: Народная асвета, 1984.
3. Тарасов Л. В. Физика в природе: Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 1988. – 351 с.
4. Кац Ц. Б. Биофизика на уроках физики: Кн. Для учителя: Из опыта работы. 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1988. – 159 с.
5. Богданов К. Ю. Физик в гостях у биолога. – М.: Наука, 1986. – 144 с. (Б-чка «Квант». Вып.49).

Для учащихся X классов: «Изучить особенности молекулярного строения жидкостей», «Изучить физические основы клинического метода измерения давления крови», «Изучить механические свойства (упругость, прочность) биологических тканей», «Анализаторы физических полей», «Живая клетка – приемник электромагнитных полей» и др.

Кроме вышеуказанных литературных источников, школьникам предлагались:

1. Симakov Ю. Г. Живые приборы. – М.: Знание, 1986. – 176 с.
2. Беркинблит М. Б., Глаголева Е. Г. Электричество в живых организмах. – М.: Наука. 1988. – 288 с. (Б-чка «Квант»; Вып.69).

На этом уровне активность учащихся по выявлению взаимосвязей изучаемых дисциплин характеризуется эпизодическим стремлением к самостоятельному установлению их.

Третий уровень характеризуется стремлением и умением не только глубоко проникнуть в сущность явлений и в их взаимосвязь, но и найти для этих целей новый способ. На этом уровне наблюдается широкий перенос знаний и способов деятельности в условия, которые до сих пор учащимся не были известны.

Критерием оценки сформированности умения третьего уровня является самостоятельный поиск решения проблем междисциплинарного содержания, возникающих в процессе познавательной и практической деятельности учащихся. Наиболее эффективными методами развития активности учащихся по осуществлению междисциплинарных связей на этом уровне являются поисковые. К способам реализации этих

методов относятся: решение межпредметных задач творческого характера, выполнение творческих заданий межпредметного содержания, практические и лабораторные работы, подготовка рефератов, сообщений или докладов на межпредметной основе.

Например, в IX классе после изучения механической работы ставится вопрос: «Почему в результате работы мышц тело человека нагревается и выделяется большое количество тепла?» при решении этого вопроса ученики используют знания, полученные при изучении анатомии, физиологии и гигиены человека: температура венозной крови, оттекающей от работающей мышцы, выше, чем температура артериальной крови, притекающей к мышце. Также учащиеся используют знания по химии об экзотермических и эндотермических реакциях, и по физике – о превращениях одного вида энергии в другой.

Другой пример: «Существует ли зависимость между составом химических веществ и свойствами физических тел природы?». Такой вопрос можно задавать по биологии или при изучении механических свойств тел в X классе при раскрытии состава и свойств костей. При этом учащимся помогают вспомнить сведения из курса биологии VII класса о составе и свойствах семян; из курса физической географии – о свойствах горных пород; из курса химии – о кристаллогидратах, о свойствах солей и кислот; из курса анатомии, физиологии и гигиены человека – строение и рост костей, из курса физики – о кристаллических и аморфных телах, механических свойствах тел и др. В результате учащиеся приходят к выводу о существующей зависимости свойств тел от их состава в живой и неживой природе и высказывают предположения о свойствах костей, имеющих в своем составе органические и неорганические вещества.

Еще одним примером таких работ могут служить следующие межпредметные лабораторные работы по физике и химии: «Определение физических показателей качества воды (ее температура, запах, вкус, количество взвешенных веществ, прозрачность или мутность, цветность)», «Определение химических показателей качества воды (активная реакция воды, содержание

растворенных газов, жесткость воды, кислотность воды и др.). «Определение электропроводности природной воды».

Решая подобные задачи, выполняя лабораторные работы, учащиеся совершают сложные познавательные и практические действия: осознание сущности межпредметных заданий, понимание необходимости применения знаний из разных предметов; отбор и актуализация нужных знаний из других предметов; их перенос в новую ситуацию, сопоставление знаний из смежных предметов; синтез знаний, установление совместимости понятий, единиц измерения, расчетных действий, их выполнение; сборка необходимых установок, выполнение эксперимента, снятие необходимых данных; получение результата, обобщение выводов, закрепление понятий.

Для реализации деятельностного типа связей в формировании научных понятий можно использовать следующие способы и средства: опора на учебные и логические умения, полученные при изучении других дисциплин, и развитие их на занятиях по данному предмету; обучение обобщенным приемам работы с учебной и дополнительной литературой (планы деятельности обобщенного характера, обладающие свойствами широкого переноса); использование алгоритмических предписаний по выполнению лабораторно-практических работ, решению задач межпредметного содержания, позволяющих научить учащихся привлекать знания, полученные в смежных учебных дисциплинах, для объяснения различных явлений природы.

Данный тип межпредметных связей и соответствующие им прием и средства способствуют осуществлению таких функций межпредметных связей, как формирование у учащихся учебных умений, необходимых для усвоения понятий, повышение уровня и прочности усвоения.

Приемы обучения – составные части, детали методов обучения. Поэтому всякие приемы реализации межпредметных связей подчинены методам обучения. Методы и приемы учебной работы, обеспечивающие реализацию межпредметных связей, приведены в таблице 22.

Таблица 22. Методы и приемы учебной работы, обеспечивающие реализацию межпредметных связей

№	Методы	Назначение метода	Содержание деятельности учителя и учащихся	Приемы учебной работы
1	Объяснительно-иллюстративный	Усвоение новой информации на основе сведений из других предметов путем ее восприятия, осмысления и запоминания	Сообщение во время рассказа, беседы или лекции определенных сведений (фактов, понятий, законов и т.п.), составляющих содержание ранее изученных предметов; применение для этой цели системы учебно-наглядных пособий и технических средств. Самостоятельная работа учащихся с учебниками и учебно-наглядными средствами с целью повторения	Повторение учебного материала для объяснения нового

			сведений, полученных ранее по другим предметам	
2	Репродуктив -ный	Неоднократ ное воспроиз ведение учащимися изучаемого материала и первоначально сформирован ных умений с широким привлечением знаний и умений, полученных по другим предметам	Беседа с постановкой варьируемых вопросов на воспроизведение ранее изученных сведений с целью объяснения нового материала. Использование для воспроизведения знаний учащихся системы учебно- наглядных и технических средств. Самостоятельная работа учащихся по воспроизведению полученных ранее знаний и умений	Демонстраци я изученных ранее объектов, узнавание их учащимися, наблюдение за их работой, устное, письменное или графическое описание их. Неоднократ ное использо вание определен ного матери ала с целью объяснения нового. Решение задач по образцу, воспроизведе ние опытов и лаборатор ных работ.

				Упражнения по применению знаний и умений, полученных по другим предметам. Упражнения по формированию навыков учебной работы; использование литературы, чтение чертежей, составление схем, графиков и др.
3	Частично-поисковый	Обучение учащихся самостоятельному выполнению отдельных шагов или этапов решения проблем и исследований	Проведение эвристической беседы с демонстрацией учебно-наглядных и технических средств обучения, с привлечением учебного	Обучение учащихся этапам логического рассуждения на основе имеющихся знаний, овладение учащимися этими

		на основе использования знаний и умений, сформированных в процессе изучения различных учебных дисциплин	материала других предметов, а также самостоятельная, частично-поисковая работа учащихся	приемами. Самостоятельное доказательство учащимися отдельных частей проблемы, предложенных преподавателем. Совместная формулировка гипотез. Построение выводов в чертежах, схемах, таблицах и графиках
4	Исследовательский	Поисковая, творческая деятельность учащихся по решению новых для них проблем в процессе исследования с широким использованием методов	Объяснение и инструктаж к исследованию с указанием на необходимость использования научных сведений из других предметов. Использование системы учебно-	Определение цели наблюдения. Сравнение, выделение существенных свойств, общего и частного, неизвестного, научное обоснование

		и понятийного аппарата различных учебных предметов	наглядных и технических средств в целях наблюдения, решения и объяснения полученных результатов. Самостоятельная работа учащихся, проводимая на основе широкого использования знаний, полученных по основам наук	результатов наблюдения. Решение задач и упражнения по наблюдению за отдельными фактами и явлениями и изучению их. Определение цели и составление плана опыта или опытнической работы. Выдвижение гипотезы. Самостоятельная постановка и проведение опытов. Научное объяснение и описание полученных результатов. Теоретические и практические выводы;
--	--	--	--	---

				выражение их в виде формул, графиков, схем, таблиц, модели изучаемого объекта. Проверка правильнос ти решения. Проведение мысленного эксперимента
--	--	--	--	--

Способы и средства реализации межпредметных связей, направленные на формирование общих естественнонаучных понятий, должны найти свое место в учебниках и учебных пособиях соответствующих дисциплин. Анализ ныне действующих учебников свидетельствует, что в них уделяется недостаточное внимание этим вопросам. Продолжает оставаться давно уже изживший себя «узковедомственный» подход к изучению общих понятий, принадлежащих ряду предметов. Авторы учебников ограничиваются раскрытием содержания понятия с точки зрения «своей» науки. Раскрытие же общих признаков некоторых естественнонаучных понятий беспричинно откладывается на завершающие ступени школьного образования, то есть до изучения курса обществоведения. В то время как в учебниках соответствующих дисциплин должно отражаться не только предметное содержание, но и передача учащимся способов усвоения содержания, уровни проектируемого усвоения и связанные с ними действия, а также преемственная последовательность формирования основных понятий смежных предметов. Для ее реализации авторам учебников следовало бы

предварительно разрабатывать логические схемы раскрытия основных понятий, где бы давался ответ на следующие вопросы.

1. Какие знания, необходимые для усвоения данного понятия, получили учащиеся до изучения данного курса?

2. На каком эмпирическом материале будет конкретизироваться понятие в учебнике?

3. Как и где (при изучении каких предметов) будут раскрыты новые для учащихся признаки понятия и его связи с другими понятиями?

4. При изложении какой темы и в какой формулировке целесообразно дать определение понятия?

5. Как будет обеспечено в учебнике обучение школьников умению оперировать понятием в процессе их учебно-познавательной деятельности?

6. Как обеспечиваются преемственные межпредметные связи при интерпретации понятий в разных курсах?

В учебниках соответствующих дисциплин должны отражаться логические приемы раскрытия содержания понятий. А в нынешних учебниках естественных предметов многие логические операции и понятия употребляются без разъяснения, раскрываются недостаточно полно, без должной последовательности и преемственности. Например, формально, то есть без какого-либо разъяснения, употребляются логические термины: анализ, синтез, сравнение, абстрагирование, систематизация, классификация, индукция, дедукция и др., имеющие важное значение в усвоении понятий.

От учащихся часто требуется умение раскрыть научный смысл, сущность явлений, величин. Однако нигде не говорится о сущности явлений, связях и отношениях между понятиями «сущность» и «явления». Между тем сущность всегда находится в единстве с явлением, ибо она (сущность) в явлениях не только обнаруживается, но через явления существует, действует. Как говорил В. Л. Ленин: «... Сущность является. Явление несущественно» [7; 227]. Но это единство противоречиво. Сущность и явление не совпадают. «Если бы форма проявления и сущность вещей непосредственно совпадали, то всякая наука была бы излишняя ...» [5; 384]. Дело в том, что

сущность скрыта под поверхностью явлений, тогда как явления обнаруживаются непосредственно. Задача познания и состоит в том, чтобы от явления, лежащего на поверхности предмета, идти к сущности, к познанию связей, закона, от сущности первого порядка к сущности второго порядка и т.д. Механизм такого перехода и его значение в получении знаний должен быть понятен учащимся заранее. И знания такого рода должны развиваться и обогащаться с течением времени, совершенствоваться с переходом из класса в класс, от предмета к предмету.

Эффективным средством формирования у учащихся логических умений по усвоению научных понятий является внедрение в практику школы обучающих межпредметных инструкций-памяток. Ниже приводятся некоторые из них.

I. Межпредметная инструкция-памятка, характеризующая последовательность этапов усвоения общих естественнонаучных понятий:

- конкретно-чувственное восприятие внешних признаков явлений или предметов;
- выявление общих и существенных признаков изучаемого класса объектов, сравнение их существенных и несущественных признаков;
- синтезирование существенных признаков понятия. Введение термина, обозначающего понятие об изучаемом классе объектов.

Определение понятия:

- уточнение и закрепление в памяти существенных признаков понятия;
- отграничение данного понятия от других, ранее усвоенных понятий, сходных с данным по каким-либо признакам;
- установление связей и отношений данного понятия с другими, ранее усвоенными понятиями;
- применение понятий в решении учебных задач;
- классификация (систематизация) понятий;
- применение понятия в решении задач творческого характера;
- обогащение понятия;
- вторичное, более полное определение понятия;

- установление новых связей и отношение данного понятия с другими, усвоенные при изучении других смежных предметов;
- применение понятия в решении задач межпредметного содержания.

II. Межпредметная инструкция-памятка, отражающая обобщенные планы усвоения основных структурных элементов естественнонаучных знаний (явлений, величин, приборов, структурные формы вещества, законов, теорий). Применение обобщенных планов деятельности в школьной практике намного ускоряет процесс обучения, развитие у учащихся познавательных умений и обеспечивает повышение качества усвоения, уровня развития теоретического мышления учащихся.

III. Межпредметная инструкция-памятка по сравнению изучаемых объектов:

- выбор объекта сравнения (что сравнивается?);
- мысленный анализ каждого из сравниваемых объектов и выделение их отличительных признаков;
- сопоставление признаков одного объекта с такими же признаками другого объекта;
- определение в них сходного и различного;
- объяснение, почему сходны или различны отдельные признаки этих объектов;
- обобщение результатов сравнения.

IV. Межпредметная инструкция-памятка по сравнению понятия:

- найти определяемое понятие;
- найти ближайшее родовое понятие определяемого понятия;
- установить основной отличительный (видовой) признак определяемого понятия. Если их несколько, то установить логические связи между ними;
- составить из этих элементов формулировку определения данного понятия.

V. Инструкция-памятка «Как готовиться к семинару»:

- внимательно прочесть тему и вопросы к занятию;
- определить главное в каждом вопросе;

- проверить, есть ли дома необходимая литература, сходить в библиотеку;
- прочесть указанную литературу, определить основной и дополнительный источник по каждому вопросу;
- сделать выписки, нумерация их по пунктам плана, к которому они относятся;
- оформляя выписки, не забыть записать автора, название книги (статьи), год, место издания, страницу;
- просматривая периодическую печать, сделать вырезки по теме семинара;
- проверить, на все ли вопросы есть ответы;
- на полях конспекта записать возникшие вопросы, подчеркнуть спорные положения в тексте;
- в случае затруднения обратиться за помощью к учителю;
- не откладывать подготовку в семинару на последний день.

VI. Инструкция-памятка «Как готовиться к выступлению»:

- прочитать все свои выписки, относящиеся к первому вопросу (затем ко всем другим);
- выделить основные понятия, теоретические положения, ведущие идеи, подобрать к ним соответствующие факты, опыты, наметить логическую последовательность их изложения;
- продумывая ответ, определить, какой метод изложения избрать: от фактов к понятию или от понятия к фактам; пользоваться аналогией, уметь проводить сравнение;
- использовать знания по другим предметам, известные из различных источников;
- выступать по существу вопроса кратко, четко, связано; сделать вывод-обобщение.

В заключении можно привести классификацию способов и средств реализации межпредметных связей по этапам формирования общих естественнонаучных понятий (табл.23).

Таблица 23. Классификация способов и средств реализации межпредметных связей по этапам формирования научных понятий

Этапы формирования понятий	Способы и приемы	Средства реализации
Выявление общих и существенных признаков понятий	Анализ фактов; демонстрация опытов; иллюстрация наглядных пособий из равных предметов; проведение межпредметного исторического экскурса; межпредметное повторение; работа с учебником, раздаточным материалом; сравнение свойств предметов и явлений, используя знания, полученные при изучении разных предметов; создание межпредметных проблемных ситуаций и др.	Приборы, наглядные пособия разных предметов; специально подобранный текст учебника смежных предметов; портреты ученых; рисунки установок и машин; макеты и модели; материалы для ТСО; межпредметные инструкции-памятки по проведению анализа и сравнения и др.
Синтезирование существенных признаков. Определение понятия	Установление логических связей между существенными признаками понятия; использование правил определения; нахождение родового понятия и видового отличия;	Межпредметные инструкции-памятки по определению понятий; плакаты, отражающие различные варианты определений, встречающихся в

	обеспечение преемственности и единого подхода в раскрытии содержания понятия и др.	разных учебниках и др.
Уточнение и закрепление в памяти существенных признаков понятия	Выполнение специальных упражнений межпредметного характера; сравнение существенных признаков понятия с несущественными; нахождения понятия по данным существенным признакам; применение контробраза и др.	Упражнения межпредметного содержания по уточнению признаков понятия; межпредметные инструкции-памятки по сравнению и др.
Дифференцировка сходных понятий	Выполнение упражнений по выявлению общих и существенных признаков сходных понятий; составление дифференцирующих таблиц; межпредметное повторение; напоминание признаков понятий, изученных ранее по другим предметам и др.	Упражнения межпредметного характера по дифференциации сходных понятий; таблицы, необходимые для проведения дифференцировки; инструкции-памятки по сравнению и др.
Установление количественных и качественных связей данного	Демонстрация опытов; анализ графиков, формул, решение простейших	Приборы и материалы, графики, схемы, рисунки разных предметов;

понятия с другими понятиями	межпредметных задач, показ, проявление какого-либо явления в природе, точки зрения других наук и др.	задачи межпредметного содержания, простые лабораторные работы межпредметного характера; материалы для ТСО и др.
Применение понятий в решении элементарных задач	Решение задач	Задачи с межпредметным содержанием; справочные таблицы разных предметов и др.
Классификация понятий	Классификация понятий по разным существенным признакам	Межпредметные инструкции-памятки по классификации понятий; классификационные или систематизирующие таблицы и др.
Применение понятий в решении задач творческого характера	Создание межпредметных познавательных перспектив, проблемных ситуаций; межпредметное повторение; межпредметный инструктаж; разработка нового варианта опыта с межпредметным содержанием и др.	Задачи с межпредметным содержанием творческого характера; творческие задания межпредметного характера; приборы и конструкционные материалы, инструменты и др.

Изучение опыта многих учителей и поисковый эксперимент показали, что эффективным средством и способом мотивации

успешного усвоения общих естественнонаучных понятий является проведение с учащимися вводных бесед по теме «Учить учиться». Такие беседы необходимо проводить в начале каждого учебного года на первых уроках по всем предметам естественного цикла и во всех классах. Они становятся опорными пунктами для дальнейшего многолетнего межпредметного процесса обучения школьников умению овладевать логической структурой курса и понятиями, как основными элементами данной структуры. Ниже приводится один из вариантов вопросов, по которым можно проводить беседы с учащимися в начале изучения любого курса, желательно с VI класса.

1. Значение и место данного предмета в системе общеобразовательных предметов средней школы.

2. Основные структурные элементы системы научных знаний и их краткие характеристики (с учетом возрастных возможностей учащихся).

3. Основные требования к усвоению отдельных элементов системы научных знаний (обобщенные планы познавательного характера).

4. Возможные взаимосвязи данного предмета с другими конкретными предметами или группами предметов.

5. Ознакомление учащихся с содержанием межпредметной инструкции-памятки по овладению приемами логического мышления.

§ 3. Формы учебных занятий, способствующие реализации межпредметных связей в формировании естественнонаучных понятий

Процесс обучения как процесс взаимодействия учителя с учащимися при работе над определенным содержанием учебного материала с целью его усвоения и овладения способами познавательной деятельности реализуется только через конкретные формы его организации. В последние годы внимание исследователей и учителей-практиков стали больше привлекать вопросы уточнения содержания понятия «формы организации учебных занятий», выявление признаков и дидактических функций, установления их

связей с целями и содержанием, методами и средствами обучения [82; 83; 87; 106; 112; 121; 143; 186; 195; 197; 271; 299; 323]. Такая необходимость диктуется разнообразием образовательных, воспитательных и развивающих задач, которые призвана решать советская общеобразовательная школа.

Исходя из конкретно поставленной идеи обучения, разными авторами были определены функции отдельных видов учебных занятий, главным образом урока [94; 106; 130; 224; 225; 272-274; 345]. Целесообразно обратить внимание на поиск эффективных форм организации учебных занятий, в ходе которых более успешно реализуются межпредметные связи и качественные, на более высоком научно-теоретическом уровне усваиваются естественнонаучные понятия, общие для ряда предметов. Поэтому анализ соответствующих литературных источников, результаты теоретических обобщений, изучение и обобщение опыта творчески работающих учителей, результаты поискового и обучающего экспериментов дают основания определить состав главных форм организации учебных занятий, в ходе которых создается реальная возможность реализации межпредметных связей естественных дисциплин с целью успешного выполнения их функций в формировании у учащихся научных понятий. К ним относятся:

- уроки с фрагментами межпредметных связей;
- межпредметные вводные и обобщающие уроки;
- межпредметные лекции;
- межпредметные конференции;
- межпредметные семинары;
- межпредметные экскурсии;
- межпредметные собеседования;
- межпредметные консультации;
- межпредметные лабораторные занятия;
- межпредметные практикумы;
- межпредметные зачеты;
- межпредметный просмотр знаний;
- межпредметные факультативные занятия и др.

Принимая во внимание функции отдельных форм учебных занятий, отмеченные дидактами и методистами [195; 271], необходимо выделить следующие межпредметные вопросы, решаемые при использовании конкретных форм учебных занятий, которые характеризуют их специфические возможности в процессе формирования у учащихся научных понятий и межпредметных учебных умений (табл.24).

Таблица 24.

Формы учебных занятий	Межпредметные вопросы, решаемые при использовании данной формы учебных занятий
Урок с фрагментами межпредметных связей	Усвоение конкретных понятий данного предмета с опорой на знания, полученные учащимися ранее при изучении других предметов; умение правильно соотносить ранее усвоенные признаки понятия с новыми признаками; установление логических связей между ними; работа с учебниками смежных предметов, научно-популярной литературой, содержащей межпредметную информацию; знакомство и работа с разными простейшими приборами по физике, химии и биологии; обобщенные умения наблюдать, формулировать выводы из наблюдений и опытов, демонстрируемых учителем, с целью раскрытия содержания понятий; умение решать задачи, выполнять упражнения межпредметного содержания; умение переноса знаний и умений, полученных при изучении одного предмета, для получения знаний по другим предметам; умение использовать межпредметные инструкции-памятки при усвоении различного рода понятий и при выполнении различных логических операций и др.

Межпредметные вводные и обобщающие уроки	Знакомство учащихся с логической структурой курса, раздела, темы, а также связи данного предмета с другими предметами; знакомство учащихся с общим подходом к изучению некоторых общих естественнонаучных понятий и с требованиями, предъявляемыми к их усвоению; знакомство учащихся с этапами усвоения сложных понятий и показ их развития при изучении различных предметов; обобщение понятий общих для циклов дисциплин; показ общности методов исследования, применяемых в различных науках; установление связей и отношений между понятиями отдельных дисциплин; объяснение явлений на основе соответствующих теорий; оперирование понятиями при решении задач межпредметного содержания и др.
Межпредметные семинары	Комплексное применение знаний, полученных при изучении различных предметов; систематизация и обобщение общих естественнонаучных понятий до философского уровня; выработка умения учащихся сравнивать интерпретацию какого-либо понятия в учебниках разных предметов естественного цикла; развитие умения раскрывать содержание понятий по обобщенным планам, используя знания, полученные при изучении разных предметов в разное время; углубленное усвоение фундаментальных естественнонаучных понятий; выработка умений более оперативно применять понятия для решения учебных задач межпредметного характера; показ общности законов и теорий, изучаемых в различных предметах (законы сохранения массы, импульса, энергии, электрического заряда, законов

	термодинамики, молекулярно-кинетической теории строения вещества, электронной теории вещества и др.).
Межпредметные экскурсии	Обеспечение связи науки с жизнью; показ разнообразных областей применения науки на практике; создание возможности получения конкретных представлений о научных основах производства, его технике и технологии; развитие таких умений школьников, как наблюдательность, умения правильно выбрать будущую профессию; формирование умений устанавливать связи между теоретическими знаниями и наглядно-образным мышлением, восприятием природных явлений, технологических процессов; расширение и систематизация знаний по вопросам прикладного характера; подготовка учащихся к выполнению предложенных заданий индивидуально или коллективно; умение формулировать выводы из наблюдений за явлениями природы, работой различных приборов и установок; умение составить задачи по данным, полученным в ходе экскурсии.
Межпредметные лекции	Подготовка школьников к системному усвоению блоков понятий темы, раздела; показ необходимости осуществления связей между понятиями смежных предметов; выработка у учащихся умения сосредоточить внимание на главном, осмыслить содержание изучаемого и фиксировать в тетради; умение самостоятельно работать с текстом лекции; эволюцию научных идей, теорий, понятий, например, о структурных формах материи, о структурных формах вещества, о природе света и др.

Межпредметные конференции	Расширение знаний, полученных при изучении предметов естественного цикла, о различных явлениях в природе, применение их в технике, сельском хозяйстве, транспорте, медицине, народном образовании, в освоении космоса, в быту; выработка умения работать с разными учебниками, пособиями с целью нахождения ответа на один конкретный вопрос межпредметного характера; воспитание интереса к естественнонаучным дисциплинам; развитие аналитического и синтетического мышления; систематизация знаний по отдельным вопросам.
Межпредметные собеседования	Выяснение качества усвоения учащимися содержания общих естественнонаучных понятий, связей и отношений между ними; выявление типичных ошибок в усвоении понятий; выяснение качества овладения умениями по усвоению понятий и других элементов системы научных знаний предметов естественного цикла; определение уровня сформированности умений производить перенос знаний из одного предмета в другой; внесение соответствующих корректив в знания и умения учащихся; развитие интереса к естественным предметам.
Межпредметные консультации	Уточнение содержания некоторых общих естественнонаучных понятий, изученных в разных дисциплинах; устранение пробелов в усвоении и применении понятий; ответы на вопросы, связанные с осуществлением содержательных, деятельностных типов связей в их учебно-познавательной деятельности.

Межпредметные лабораторные занятия	Выработка умения работать с приборами и материалами, использовавшиеся ранее при изучении различных предметов; использование знаний и умений, полученных при выполнении лабораторных работ по одному предмету, для выполнения лабораторных работ по другому предмету; формирование умения самостоятельно формулировать выводы на основе выполненных лабораторных работ межпредметного содержания и др.
------------------------------------	---

Для качественного формирования, обобщения и систематизации полученных знаний в процессе экспериментального обучения естественным дисциплинам в школах Киргизской ССР (1982-89 учебные годы) использовались почти все вышеуказанные формы учебных занятий с применением соответствующих приемов, способов и средств обучения. На этой основе создавались условия, позволяющие выявлять и осуществлять связи данного раздела, темы курса физики с другими предметами естественного цикла, связи между понятиями этих дисциплин. При этом мы руководствовались положениями, что познание материального мира не может ограничиваться изучением одного предмета, а происходит только в диалектической взаимосвязи между различными учебными предметами о природе; что между учебными предметами существуют естественные взаимосвязи, отраженные в объектах изучения, в понятиях, законах и теориях; что между многими понятиями различных учебных предметов существуют тесные взаимосвязи, а многие общие естественнонаучные понятия являются базой для развития специальных понятий.

Эти идеи были заложены в содержание каждой формы учебных занятий, они определяли основу реализации дидактических функций межпредметных связей в формировании у школьников общих естественнонаучных понятий.

Ниже даются примеры проведения конкретных форм учебных занятий.

ВВОДНЫЙ УРОК ФИЗИКИ В VII КЛАССЕ С ФРАГМЕНТАМИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ.

Первые два урока рекомендуется посвятить ознакомлению учащихся с предметом физики и методами ее изучения. Рассматриваются вопросы о том, как она возникла, и какое значение имеет для понимания явлений природы, каковы ее методы; показать связь физики с другими школьными предметами, с современной техникой; ввести некоторые новые для учащихся термины.

На первом уроке проводится беседа по определению структурных элементов системы физических знаний, рекомендуется обобщенный план изучения основных физических понятий, например, явлений, величин, приборов.

Понятие о предмете физики обычно дается путем некоторых разъяснений, опирающихся на знания учащихся, полученные при изучении природоведения, физической географии, ботаники, математики, трудового обучения и др., сопровождая их показом простых наглядных и доступных учащимися опытов. Например, движение металлического шарика по наклонному желобу; отскакивание легкого шарика на нити от звучащего камертона, установленного на резонаторном ящике; нагревание током железной или никелевой проволоки; отражение пучка света плоским зеркалом. Содержание таких опытов легко объяснимо для учащихся, потому что с опытами и наблюдениями ученики знакомы из курса природоведения и ботаники. Там же они пользовались простейшими измерительными приборами (термометром, мензуркой, мерной линейкой) и приборами, позволяющими получить увеличенное изображение (лупой, микроскопом).

При изучении тем «Что изучает физика», «Физические явления», «Наблюдения, опыты, измерения» осуществляются предшествующие межпредметные связи. Учитель в ходе беседы напоминает те знания и

умения, которые уже получены и сформировались у учащихся при изучении других смежных предметов в IV-VI классах.

Природоведения

1. Для чего изучают природу?
2. Что называется телом?
3. Из чего состоят тела?
4. Назовите несколько предметов, сделанных человеком?
5. Назовите несколько тел природы, которые вы видели?
6. Отберите из названных тел живые тела: птица, белка, карандаш, муха, кирпич, береза, гриб, глина, стакан, змея, гвоздь, ель.
7. Чем отличаются живые тела от неживых?
8. Что называется явлением природы?
9. Какие явления природы вы наблюдали?
10. Какие приборы, материалы, а также опыты вам известны из курса природоведения?

Ботаники

Биология – наука о живой природе (растениях, животных, грибах, бактериях и других организмах, их взаимосвязях со средой). Растительный мир как составная часть природы, его разнообразие. Название, устройство и назначение увеличительных приборов. Явления, характеризующие основные жизненные функции растительного организма: фотосинтез, дыхание, испарение воды листьями и растениями, поступление веществ в клетку, поступление воды и минеральных веществ в корень, рост клетки, проростка корня, стебля и др.

Географии

География – наука о природе Земли, причинах ее разнообразия, форме и размерах Земли. Круговорот воды в природе. Характеристики атмосферы: температура, влажность, атмосферное давление, ветер, облачность, осадки, распределение солнечного света и тепла по земной поверхности.

Эти сведения необходимы для прочного усвоения предмета физики как учебной дисциплины и отграничения его от других предметов естественнонаучного цикла.

На основе работы с указанными материалами на уроке делается вывод о том, что общим объектом изучения предметов природоведения, ботаники, физической географии, физики являются явления живой и неживой природы, вещество и тело, приборы и др. Далее они знакомятся с планами изучения этих элементов системы научных знаний путем вводной беседы.

УРОК С ФРАГМЕНТАМИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПО ТЕМЕ «ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ» В VIII КЛАССЕ.

Основной материал. Теплопроводность как один из видов теплопередачи. Перенос теплоты от более нагретых участков тела к менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия частиц называется теплопроводностью. Отличительной чертой теплопроводности является атомно-молекулярный характер переноса энергии, не связанный с макроскопическими перемещениями в теле.

В механизме теплопроводности твердых тел, жидкостей и газов есть различия. Теплопроводность металлов обусловлена движением свободных электронов. Металлы имеют относительно большой коэффициент теплопроводности потому, что скорости теплового движения свободных электронов много больше скоростей теплового движения атомов и молекул при той же температуре. В жидкостях энергия переносится из более нагретой области в менее нагретую при соударениях молекул и частично за счет диффузии – «быстрые» молекулы проникают в менее нагретую область. В жидких металлах, например, в ртути, в передаче теплоты участвуют свободные электроны. В газах теплопроводность связана с переносом энергии молекулами газа, явление диффузии играет здесь более заметную роль, чем в жидкости.

После демонстрации опытов, описанных в учебнике физики, и объяснения физической сущности явления теплопроводности, рассматривается вопрос об использовании ее в технике и на практике, а также о проявлении ее в природе.

Рассмотрим предшествующие межпредметные связи с биологией. Теплопроводность играет существенную роль в жизнедеятельности

организма, в частности, способствует выравниванию температур в различных его частях, оставляя небольшую разность между поверхностью кожи и внутренними органами и тканями. Как известно, жировая клетчатка обладает малой теплопроводностью, что ограничивает потерю тепла организмом в окружающую среду. Здесь большое значение имеет уменьшение обмена в поверхностном слое, что достигается у животных с помощью волосяного покрова, у человека – применением одежды. Такие покрытия образуют воздушную прослойку, обладающую низким коэффициентом теплопроводности. Затем предлагается ряд задач, типа: На севере, защищаясь от холода, носят меховые шапки, а на юге (в Туркмении) – от жары. Объясните целесообразность этого.

УРОК ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ» В VIII КЛАССЕ

Основной материал. Электризация тел при соприкосновении. Существование двух видов электрического заряда. Взаимодействие заряженных тел.

Объяснение учителя с использованием приема исторического экскурса. Слова «электричество», «электрический ток», «электрическая энергия» знакомы сейчас каждому человеку. В наших домах, на транспорте, на заводах фабриках, в сельском хозяйстве используют электрический ток. Но чтобы ответить на вопрос, что представляет собой электрический ток, надо ознакомиться с большим кругом явлений, которые называют электрическими. Демонстрируются опыты, показывающие способность стеклянной палочки, потертой о лист бумаги, притягивать к себе кусочки бумаги, пушинки, тонкие струи воды. Далее рассказывается, что эти явления были обнаружены еще в глубокой древности. Древнегреческие ученые заметили, что янтарь при натирании его шерстью начинает притягивать к себе различные тела. По-гречески янтарь – электрон, отсюда произошло название «электричество».

Кто стоит у истоков науки об электричестве? Все скажут, что конечно физики. Но будет справедливым, если добавим еще, что и врачи. Даже термин «электричество» ввел в науку не физик, а именно

врач У. Гильберт: начало исследованию в области электричества и магнетизма было положено книгой врача английский королевы Елизаветы У. Гильберта (1544-1603) «О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле, новая физиология» вышедшей в 1600 г.

Экспериментируя с различными камнями и веществами, он установил, что, кроме янтаря, свойство притягивать легкие предметы после натирания приобретает ряд других тел (алмаз, сапфир, аметист, горный хрусталь, сера, смола и т.д.), которые он назвал электрическими, т.е. подобными янтарю. Все прочие тела, в первую очередь металлы, которые не обнаруживали такие свойства, У Гильберт назвал «неэлектрическими». Так в науку вошел термин «электричество», и так было положено начало систематическому изучению электрических явлений. У. Гильберт исследовал вопрос о сходстве магнитных и электрических явлений и пришел к выводу, что эти явления глубоко различны и не связаны между собой. Этот вывод держался в науке более двухсот лет, пока Х.Эрстед не открыл магнитное поле электрического тока.

Еще в 1745 году электрическими «ударами» пытался лечить параличи медик Краценштейн. Жан Поль Марат, врач и физик по профессии, революционер по призванию, в годы, предшествовавшие Великой Французской революции, лечил людей электричеством. Знаменитые ученые Л. Гальвани, Т. Юнг, Х. Эрстед, Г.Гельмгольц были физиками, физиологами и врачами. В 1802 г. Альдани, племянник Л. Гальвани, его верный ученик и последователь, сделал первую попытку вернуть к жизни электрическим током сердце умершего. Он раздобыл труп казненного человека и через 2 часа после казни тщетно пытался оживить сердце обезглавленного преступника. Альдани не знал, что причина его неудачи – опоздание. Эту ошибку исправил Вассали из Турина. Под действием электрических разрядов сердце одного казненного стало сокращаться. В 1922 г. хирург Бостон применил гальванический ток и вернул к жизни пациента, находившегося в состоянии клинической смерти.

ОБОБЩАЮЩИЙ УРОК ПО ТЕМЕ «МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА» В IX КЛАССЕ.

Вопросы для повторения и обобщения.

1. Понятие работы, как величины, характеризующей процессы превращения движения из одной формы в другую (на элементарных примерах механического, теплового и электрического движений).

2. Условия совершения механической работы: действие на тело силы и перемещение тела.

3. Относительность понятия работы. Связь работы с изменением механического состояния тела.

4. Работа силы тяжести.

5. Работа силы упругости.

6. Работа силы трения.

7. Графическое изображение работы.

8. Связь понятия работы с мощностью.

9. Работа и мощность организмов.

10. Эргометрия.

Приведем краткое содержание последних двух вопросов, которые известны школьникам из курса «Физиология и гигиена человека» и связь с понятием работы из курса физики.

Живые организмы способны выполнять значительную работу. Издавна люди использовали мускульную силу животных для перемещения грузов. Сила мышц животных и человека довольно велика. Например, Л. Жаботинский штангу массой 217,5 кг поднял за 1 сек. на высоте 2 м, совершая при этом работу, равную примерно 4350 Дж. При обыкновенной ходьбе по ровному месту, при каждом двойном шаге, человек массой 65 кг выполняет работу: занесение вперед свободной ноги – 2,8 Дж, горизонтальное перемещение центра тяжести – 18,12 Дж, вертикальное перемещение центра тяжести – 39,52 Дж. Итак, всего при ходьбе он выполняет работу 60,44 Дж.

Из курса физики известно, что работа обращается в нуль, если перемещения нет. Поэтому, когда груз находится на опоре или подставке, или подвешен на нити, сила тяжести не совершает работы. Однако каждому из нас знакома усталость мышц руки и плеча, если

держат неподвижно на вытянутой руке гирю или гантель. Точно также устают мышцы спины и поясничной области, если сидящему человеку поместить на спину груз. В обоих случаях груз неподвижен и работы нет. Усталость же свидетельствует о том, что мышцы совершают работу. Такую работу называют статической работой мышц.

Статики (неподвижности) такой, как ее понимают в механике, на самом деле нет. Происходят очень мелкие и частые незаметные глазу сокращения и расслабление мышц, и при этом совершается работа против сил тяжести. Таким образом, статическая работа человека на самом деле является обычной динамической работой.

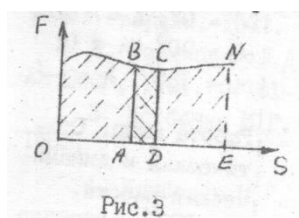


Рис. 3

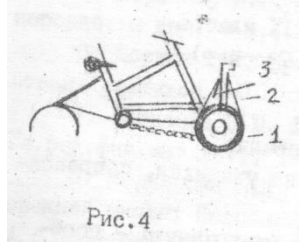


Рис. 4

Для изменения работы человека, выполняемой определенным органом, используют метод, который называется эргометрией. Сущность этого метода состоит в том, что записывается график KN действия силы (рис.3). На этом графике работа за какое-то время Δt характеризуется площадью четырехугольника $ABCD$, так как $A = F \cdot \Delta S$. Чтобы определить работу на пути OE , надо измерить площадь фигуры $OKNE$.

Эргометры бывают различных конструкций. Примером эргометра служит еще тормозной велосипед (велоэргометр, рис.4). Через обод вращающегося колеса 1 перекинута стальная лента 2. Сила трения между лентой и ободом колеса измеряется динамометром 3. Вся работа испытуемого затрачивается на преодоление силы трения (остальными видами работ пренебрегаем). Умножив длину окружности колеса на силу трения, найдем работу, совершаемую при каждом обороте, а зная число оборотов и время испытания, определим полную работу и среднюю мощность.

В конце данного урока можно дать учащимся обобщающую таблицу 25.

Таблица 25. Развитие понятия «работа» в курсе физики
и биологии VII-IX классов

Предметы	Сведения о работе, получаемые учащимися в разных классах		
	VII класс	VIII класс	IX класс
Физика	Условия совершения механической работы, когда направление действия силы совпадает с направлением перемещения тела. Формула $A = F \cdot S$. Единица измерения работы 1 Джоуль = 1 Ньютон 1 м.	Механическая работа над телом для изменения ее внутренней энергии. Работа электрического тока $A = I \cdot U \cdot t$ $1 Дж = 1_A \cdot 1_B \cdot 1_C$	Совершение механической работы, когда сила и перемещение направлены под углом друг другу. Формула работы $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$. Частные случаи при: $\alpha = 0^\circ$, $A = F \cdot S$; $\alpha = 90^\circ$, $A = 0$; $\alpha = 180^\circ$, $A = -F \cdot S$.
Биология			Работа мышц. Статическая и динамическая работа. Работа сердца.

Вопросы семинара

1. Понятие об ультразвуке – собеседование.
2. Излучатели ультразвука – сообщения учащихся, сопровождаемые демонстрацией.
3. Особенности излучения и действия ультразвука – сообщение.
4. Биологическое действие ультразвука – сообщение.
5. Ультразвуковая и гидролокация и дефектоскопия – сообщение.
6. Применение ультразвука: а) в промышленности; б) в сельском хозяйстве; в) в медицине – сообщения.

Основными задачами семинара являются: формирование у учащихся понятия о неслышимых звуках; ознакомление с основными источниками ультразвука, свойствами и техническими применениями его; возбуждение интереса к физике на основе показа проявлений ультразвука в природе и применения его в народном хозяйстве; формирование умения самостоятельного приобретения знаний по данной теме, а также умения пользоваться дополнительной литературой.

Оборудование для демонстраций: ультразвуковой генератор УД-1, пьезоэлектрическая пластинка, молоточек резиновый, осциллограф, камертон, кювета с водой, кювета с бензином, солидол, скрепки.

Экранные пособия: кодопозитивы с рисунками для объяснения электрострикционного и магнитострикционного эффекта, диапозитивы, кодоскоп, диапроектор.

Литература:

1. Кудрявцев Б. Б. Неслышимые звуки. – М.: Молодая гвардия, 1957, С. 36-45.
2. Розенберг Л. Д. Рассказ о неслышимом звуке. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 61-71.
3. Хорбенко И. Г. Ультразвук в действии. – М.: Знание, 1965.
4. Хорбенко И. Г. В мире неслышимых звуков. – М.: Машиностроение, 1971.

5. Хорбенко И. Г. Звук, ультразвук, инфразвук. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Знание, 1986.
6. Шостак В. И. Природа наших ощущений: Пн. для внеклас. чтения учащихся 8-10 кл. – М.: Просвещение, 1983.
7. Богданов К. Ю. Физик в гостях у биолога. – М.: Наука. Гл. ред. физ.мат.лит., 1986.
8. Маркосова Н. М. Изучение ультразвука в курсе физики средней школы: Пособие для учителей (под ред. В. Ф. Ноздрева. – М.: Просвещение, 1982.

План проведения семинара.

1. Сообщение цели, задачи семинара, мотивация учебной деятельности учащихся.
2. Вступительное слово учителя по содержанию темы семинара.
3. Собеседование.
4. Выступления учащихся с сообщениями.
5. Ответы на вопросы учащихся.
6. Обобщение.
7. Подведение итогов семинара и домашнее задание.

УРОК С ФРАГМЕНТАМИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В X КЛАССЕ ПО ТЕМЕ «РАБОТА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ОБЪЕМА ГАЗА».

Основной материал. Физический смысл работы при изменении объема газа. Вывод формулы работы газа при изобарном процессе. Знак работы. Геометрическое истолкование работы.

Межпредметные связи данной темы с предметом «Физиология и гигиена человека», с темой «Работа и мощность сердца». Использование кинокольцовки «Строение и работа сердца».

Содержание материала из биологии, которое используется при изучении данной темы.

Работа, совершаемая сердцем, затрачивается на преодоление сил давления и сообщение крови кинетической энергии.

Рассчитаем работу, совершаемую при однократном сокращении левого желудочка. Изобразим V_y – ударный объем крови в виде цилиндра (рис.5). Можно считать, что сердце продавливает этот объем по аорте сечением S на расстояние l при среднем давлении P . Совершаемая при этом работа $A_1 = F \cdot S = PSl = P V_y$.

На сообщение кинетической энергии этому объему крови затрачена работа $A_2 = \frac{m g^2}{2} = \rho V_y \frac{g^2}{2}$, где ρ – плотность крови, g – скорость крови в аорте. Таким образом, работа левого желудочка сердца при сокращении равна $A = A_1 + A_2 = \rho V_y + \rho V_y \frac{g^2}{2}$. Так как работа правого желудочка принимается равной 0,2 от работы левого, то работа всего сердца при однократном сокращении $A = A_e + 0,2 A_e = 1,2(\rho V_y + \rho V_y \frac{g^2}{2})$.

Эта формула справедлива как для покоя, так и активного состояния организма. Эти состояния отличаются разной скоростью кровотока.

Подставив в последнюю формулу значения $P = 13 \text{ кПа}$, $V_y = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$, $\rho = 1,05 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $g = 0,5 \text{ м/с}$, получим работу разового сокращения сердца в состоянии покоя: $A_1 = 1 \text{ Дж}$. Считая, что в среднем сердце совершает одно сокращение в секунду, найдем работу сердца в сутки: $A_c \approx 86400 \text{ Дж}$. При активной мышечной деятельности работа сердца может возрасти в несколько раз.

Если учесть, что продолжительность систолы около $t \approx 0,3 \text{ с}$, то средняя мощность сердца за время одного сокращения $W = \frac{A_1}{t} = 3,3 \text{ Вт}$. В нормальных условиях сердце человека делает 70-75 сокращений в минуту. Сокращение сердца человека длится 0,49 с, а после каждого сокращения 0,31 с длится пауза. Кроме того,

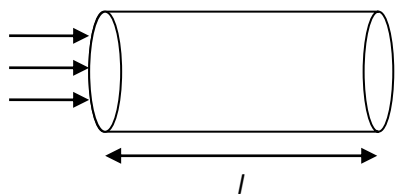


Рис. 5

чтобы справиться со своей колоссальной нагрузкой, сердце должно хорошо питаться, получать достаточное количество кислорода. Поэтому у высших животных сердце имеет свою мощную кровеносную систему.

Кровь человеческого организма совершает полный круг за 30 с, делая за сутки свыше 3700 оборотов. У человека общая протяженность сосудов – 100 000 км. 7-8 литров крови для их заполнения явно недостаточно, интенсивно снабжаются только усиленно работающие органы. Поэтому одновременная напряженная работа многих систем невозможна.

После приема пищи наиболее энергично функционируют органы пищеварения, к ним и направляется значительная часть крови; для нормальной работы головного мозга ее не хватает, поэтому после приема пищи человек испытывает сонливость.

Чтобы протолкнуть кровь через капилляры и мельчайшие артериолы, нужна немалая сила. Хотя по мере разветвления артерий их общая суммарная площадь сечения возрастает, становясь в конечном итоге в 800 раз больше сечения аорты, по которой кровь вытекает из сердца, сопротивление от этого только увеличивается. Ведь у человека 100-160 миллиардов капилляров, а их общая длина порядка 60-80 тысяч километров.

Известный русский физиолог И. Ф. Цион подсчитал, что в течении человеческой жизни сердце успевает совершать работу, равную усилию, которого было бы достаточно, чтобы на высочайшую вершину Европы Монблан (4810 м) поднять железнодорожный состав.

За каждое сокращение сердце человека выбрасывает в аорту от 60 до 80 мл крови, а при усиленной работе – до 200 мл, т.е. около стакана крови. В состоянии покоя сердце человека за 1 минуту перекачивает 6 л крови, за 1 год – 3 миллиона литров. Потребовалось бы 1400 автоцистерн для перевозки такого объема жидкости. В течении жизни через наше сердце пройдет 150-250 тысяч тонн крови. И это в состоянии покоя. При беге на средние дистанции к мышцам должно притекать в 10-20 раз больше крови. За 1 минуту сердцу приходится «перекачивать» до 35-40 л, приблизительно 3-4 ведра.

У животных частота ударов сердца обратно пропорциональна их массе. Чем животное меньше, тем сердце у него бьется быстрее. У кита, например, при массе тела 150 т сердце делает 7 сокращений в

минуту, у слона (масса 3 т) – 46, у кошки (масса 1,3 кг) – 240, а у синицы московки (масса 8 г) – 1200.

ИНТЕГРАТИВНЫЙ УРОК В IX КЛАССЕ ПО ТЕМЕ «ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗВУКА». (СШ №11 Г. ФРУНЗЕ)

Урок вели учителя физики (Л. Н. Трофименко), математики (Н. Н. Ломоносова), биологии (Н. А. Демидова), музыки (Л. П. Рослова) в течении двух часов. Роль ведущего выполнял учитель физики.

Задачи урока: 1) продолжить формирование знаний учащихся о звуке, о шуме, об источнике звуковых волн, диапазоне акустических частот, о физических и физиологических характеристиках звука и их связи; 2) показать учащимся общность ряда законов живой и неживой природы, углубить представление о единстве материального мира, взаимосвязи и обусловленности явлений и их познаваемости; 3) развить познавательный интерес, логическое мышление, умение анализировать, сравнивать, делать выводы, самостоятельность и инициативу.

Средства обучения: осциллограф, микрофон, камертон, грампластинка, насос, таблицы: спектры гласного и согласного звуков, голосовые связки.

Демонстрации: колеблющееся тело как источник звука, зависимость высоты тона от частоты колебаний (опыты 39, 44, 43 по книге «Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе». Ч.2 (Под ред. А. А. Покровского. – М.: Просвещение, 1979).

Структура урока.

1. Экспресс-опрос с целью воспроизведения и конкретизации опорных знаний учащихся (Физика -9, § 24-27; приложение к Физике -8, § 12-14).

2. Мотивация изучения темы, цели и задачи урока. Ознакомление с планом урока и с характером учебной деятельности.

3. План изложения материала:

А. Источники звуковой волны: а) происхождение звуков в природе; б) звуки биологического и небиологического происхождения.

Б. Величины, описывающие звуковые явления: а) звуковое давление; б) интенсивность звука; в) частота звука; г) скорость звука; д) длина волны.

В. Музыкальные звуки и их субъективные характеристики: громкость, высота и тембр звука.

Г. О шуме.

Ход изложения нового материала. Вначале учитель биологии рассказывает о происхождении звуков в природе. Выделяет звуки биологического и небиологического происхождения, например, «голос» океана, отмечая при этом, что он зависит от многих физических факторов: силы ветра, наличия осадков, водных течений, состояния земной поверхности (спокойно, землетрясения) и др. Звуки биологического происхождения создаются живыми объектами.

Далее заслушивается краткое сообщение учащегося о голосовом аппарате человека. В этом сообщении говорится, что голосовой аппарат – это сложная автоколебательная система, состоящая из: 1) расположенных в гортани голосовых связок (двух складок, содержащих эластичные и мышечные волокна), образующих щель; 2) несколько воздушных полостей – глоточной, ротовой и носовой; 3) дыхательного аппарата – легких, бронхов, трахеи. Частота колебаний голосовых связок зависит как от их собственных параметров, так и от влияния центральной нервной системы. При образовании звуков щель между связками суживается, их мышечные волокна напрягаются, а свободные края связок приходят в колебательное движение. При этом в проходящем через щель столбе выдыхаемого воздуха образуются чередующиеся сгущения и разрежения – основа звуковой волны. Однако окончательное формирование звука происходит в вышележащих воздушных полостях (преимущественно в ротовой), которые существенно влияют на изменение объема и формы ротовой полости, которое происходит путем смены взаимного расположения языка, зубов и губ.

Дополнение учителя биологии. Механизм возникновения многих звуков существенно зависит от образования вихрей в потоке воздуха, текущего через речевой тракт. Выражение «нем как рыба» неверно, так как есть целая серия звуков, издаваемых рыбами, которые можно разделить на ряд групп:

- звуки, связанные с движением рыб, обусловлены перемещением воды и трением подвижных сочленений скелета. Такие звуки воспринимаются человеком как шорохи, шелест;

- звуки питания связаны с движением при захвате и перетирании пищи, они воспринимаются людьми как низкие глухие удары;

- звуки, издаваемые рыбами при трении костных лучей и шипов, воспринимаются как скрежет, хруст, треск, щелканье;

- Звуки, издаваемые плавательным пузырем при его колебаниях, воспринимаются как ритмичные удары, стоны, хрюканье.

Большинство «рыбьих звуков» носит кратковременный, импульсный характер (их продолжительность от 100 до 5 с). Отмечается восприятие звуков рыбами, говорится о звуках, издаваемых китообразными, которые имеют следующие особенности: во-первых, они в значительной части относятся к области высоких частот; во-вторых, оказываемое ими давление намного превышает давление звуков океана, принадлежащих к той же области частот. Обращается внимание учащихся на то, что первая особенность связана, очевидно, с функцией экономии, для которой использование коротких длин волн является необходимым условием получения хорошей чувствительности. Последнее особенно необходимо ввиду ограниченных возможностей органов зрения в условиях полумрака или почти темноты, царящих на глубине. Рассказывается о наземных животных, которые издают звуки, - это летучие мыши, обезьяны – капуцины, ластоногие. Отмечается и то, что чрезвычайно «тонким слухом», приближающимся к предельно возможному, обладают кузнечик и ночные хищники – кошка и енот, у которых довольно широка полоса слышимости.

Учитель физики показывает, что источником звука служат колеблющиеся тела с помощью следующих демонстраций: звучание камертонов, звучащие пластинки, колебания упругой промежуточной

среды (воздух). Затем переходит к объяснению характеристик звука. Кроме частоты, скорости звука и длины волны вводятся понятия о таких величинах, используемых для описания звуковых явлений, как звуковое давление и интенсивность звука. Звуковое давление – это периодически меняющееся давление в среде, в которой распространяется волна. Интенсивность звука – отношение мощности, переносимой акустической волной через площадку, перпендикулярную направлению ее распространения, к площади этой площадки.

Учитель математики вводит зависимость скорости звука от свойств среды, применив уравнение идеального газа $pV = \frac{m}{M}RT$ к выражению, показывающему связь скорости распространения волны сжатия в воздухе с давлением газа и его плотностью $\vartheta = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$, где $\gamma=1,4$. $\vartheta = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$.

Учитель физики объясняет физический смысл этой зависимости. Приводит примеры: 1) при нормальных условиях скорость звука в воздухе 331 м/с, а в водороде 1300 м/с, при понижении температуры водорода от 300 К до 17 К скорость звука уменьшается от 1300 м/с до 320 м/с. 2) в жидкостях и твердых телах скорость звука обычно больше, чем в газах. Например, при 20⁰С скорость звука в керосине 1330 м/с, глицерине – 1923 м/с, растворе поваренной соли – 1650 м/с, алюминии – 6260 м/с, бериллии – 12250 м/с и т.д.

Затем учитель музыки переходит к характеристикам музыкальных звуков, рассказывает о шуме. Восприятие звуков играет огромную роль в жизни человека. Их значение не ограничивается только той информацией, которую дают непосредственно об окружающем мире и через слово. Всякие ощущения, в том числе и ощущение звука, имеет еще и эмоциональный тон, влияющий на настроение и, следовательно, жизнедеятельностью человека. С этой точки зрения одни звуки считаются неприятными, а другие приятными, или «музыкальными». Для музыкальных звуков характерна вполне определенная периодичность колебаний. Звуки,

лишенные такой периодичности, воспринимаются как шумы. Эмоциональное воздействие звуков зависит также от их сочетания. Учитель отмечает в своем рассказе субъективные характеристики звука. Демонстрирует зависимость громкости звука от амплитуды колебаний, зависимость высоты тона от частоты колебаний, с помощью осциллографа показывает спектры гласного и согласного звуков. В частности, учитель рассказывает о шуме, который может вызвать у детей слепоту и заикание, о его губительном действии на животных, птиц, и о мерах, которые люди принимают, чтобы обезопасить себя и окружающих от вредного действия шумов. Говорит учитель и о звуках, не воспринимаемых ухом человека (ультразвук, инфразвук), о применении их людьми.

Урок заканчивает учитель физики обобщением всего того, о чем говорилось на уроке, и рассмотрением нескольких вопросов, ответы на которые дают учащиеся. Для этой цели можно использовать задание 1012 Т(1-6) из книги «Дидактический материал по физике для 10 классов». Кроме того, можно рекомендовать следующие упражнения межпредметного содержания.

1. Отчего зависит частота звука, издаваемого насекомыми при полете?

2. Рабочая пчела, вылетевшая из улья за взятком, делает в среднем 180 взмахов крыльями в секунду. Когда же она возвращается с грузом, число взмахов у нее возрастает до 280. Как это отражается на звуке, который мы слышим?

3. Известно, что у многих лягушек имеются большие шарообразные пузыри по бокам головы, которые раздуваются при крике. Каково их назначение?

4. Почему летучие мыши даже в полной темноте не налетают на препятствия?

5. Назовите сходные элементы в голосовом аппарате человека и в музыкальных инструментах.

6. Длина слухового прохода уха человека (следовательно, и длина резонирующего в нем столба воздуха) составляет 2,7 см. Определите частоту звука, при которой слышимость будет наилучшей (Ответ: 244 Гц).

Весь этот материал дает возможность сделать следующий важный в мировоззренческом плане вывод: частота и связанная с ней длина волны определяют свойства звуков. Последние меняются плавно внутри выделенных диапазонов (инфразвук, звук, ультразвук, гиперзвук), но при переходе от одного к другому свойства резко отличаются. Это является наглядной иллюстрацией закономерности перехода количественных изменений в качественные.

МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ СЕМИНАР НА ТЕМУ «ВЕЩЕСТВО И ПОЛЕ – ДВА ВИДА МАТЕРИИ» В XI КЛАССЕ.

1. Понятие материи в марксистско-ленинской философии. Виды материи – собеседование.
2. Вещество как один из видов материи – собеседование.
3. Свойства вещества: а) физические, б) химические, в) Биологические – доклад.
4. Поле как один из видов материи. Виды физических полей – собеседование.
5. Свойства и характеристики гравитационного поля – собеседование.
6. Характеристики электрического и магнитного полей, их использование в технике – доклад.
7. Свойства и характеристики электромагнитного поля – сообщение.
8. Поле ядерных сил – собеседование.
9. Взаимосвязь поля и вещества. Взаимопревращаемость частиц поля и вещества – собеседование.
10. Свойства, присущие полю и веществу – собеседование.

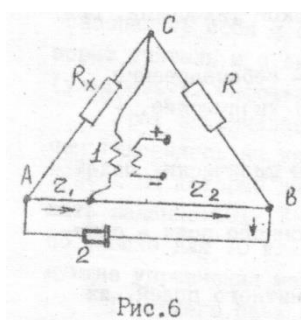
На таком семинаре знания по естественным предметам обобщаются до философского уровня. Поэтому в подготовке и проведении этого семинара, наряду с учителями предметов естественного цикла, принимает участие и учитель обществоведения.

МЕЖПРЕДМЕТНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ.

Данная работа выполняется в VIII классе, с целью развития понятия о свойствах вещества. Она содержит несколько заданий:

1. Определение температуры воды.
2. Определение запаха и вкуса воды.
3. Определение прозрачности и мутности воды.
4. Определение цветности воды.
5. Определение электрического сопротивления природной воды.
6. Определение электропроводности природной воды (X класс).
7. Определение жесткости воды и др.

Для примера рассмотрим задание №5. Метод определения электрического сопротивления природной воды основан на сравнении



неизвестного сопротивления с известным при помощи схемы, изображенной на рис.6. Постоянный ток от источника (12 В) преобразуется в переменный ток высокой частоты (в порядке 1000 Гц) при помощи индукционной катушки 1. Катушку включают между точкой С и скользящим контактом Д. К концам тонкой (манганиновой, константановой и т.п.) однородной по составу и имеющей по всей длине одинаковое сечение проволоки АВ (реохорд), натянутой над линейкой с делениями, присоединяют телефон 2. Между точками В и С включают магазин сопротивления R , позволяющий вводить известное сопротивление, а между точками С и А – электродный сосуд с жидкостью, сопротивление которой R_x требуется измерить.

По закону разветвления тока разность потенциала между точками А и В равна нулю (отсутствие или минимум звука в телефоне) при таком положении скользящего контакта, когда справедливо равенство между отношениями сопротивлений: $R_x \cdot R = r_1 \cdot r_2$ откуда $R_x = R \frac{r_1}{r_2}$.

Отношение $r_1:r_2$ можно заменить отношением длин отрезков проволоки $l_1:l_2$, что измеряется с помощью линейки.

УРОК С ФРАГМЕНТАМИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ» В X КЛАССЕ.

Цели урока:

а) образовательная – сформировать знания о природе электрического тока в электролитах и проводимости электролитов;

б) развивающая – продолжить формирование у учащихся умения наблюдать, сравнивать и устанавливать причинно-следственные связи явлений, осуществлять связи знаний, полученные из курса физики и химии;

в) воспитательная – показать научную важность и практическую значимость полученных знаний.

Тип урока – изучение нового материала с использованием межпредметных связей.

Методы, используемые на уроке:

а) преподавания – объяснительно-стимулирующий;

б) учения – репродуктивный, частично-поисковый.

Оборудование:

1. Химический стакан с дистиллированной водой, кристалл хлорида натрия, химический стакан с раствором хлорида натрия, два угольных электрода, держатель для электродов, источник постоянного тока, лампочка накаливания на подставке, ключ замыкания тока, соединительные провода, электролитическая ванна.

Этапы организации урока

I. Актуализация опорных знаний и умений учащихся по физике:

Условия возникновения и существования электрического тока; природа электрического тока в металлах; опыты Мандельштама и Папалекси, Стюарта и Толмена, подтверждающие электронную

природу проводимости металлов; характер движения свободных электронов в электрической цепи; зависимость силы тока от напряжения – вольт-амперная характеристика; вывод формулы $I = qn\bar{v}S$; скорость упорядоченного движения электронов в проводнике и др.

II. Формирование новых понятий и способов действий

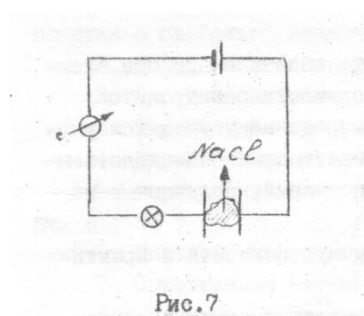


Рис.7

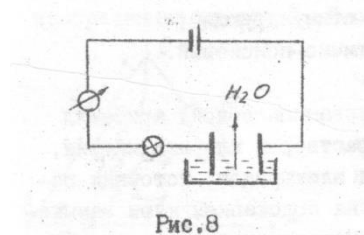


Рис.8

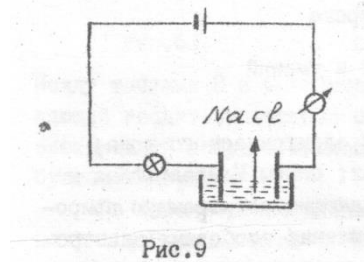


Рис.9

1. Анализ результатов, опытов, демонстрируемых учителем. Для этой цели на опыте рис. 7-8 показываем, что кристаллические вещества с ионной связью (хлорид натрия, хлорид кальция, хлорид серебра) или совсем не проводят электрический ток, или его электропроводность очень мала. Поскольку нет свободных носителей тока, ионы в кристаллических решетках этих солей свободно перемещаться и переносить электрические заряды не могут. Аналогичными свойствами обладает и дистиллированная вода. После этого кристалл поваренной соли опускают в воду и, слегка перемешав воду, замкнем цепь. При этом обнаруживаем, что лампочка, включенная в цепь, загорается (рис.9). Опыт свидетельствует о том, что раствор поваренной соли в воде является

хорошим проводником электрического тока. Следовательно, при растворении соли в воде появляются свободные носители электрических зарядов.

2. Выяснение механизма появления носителей электрических зарядов.

Соли, щелочи проводят электрический ток не только в растворах, но и в расплавах: при плавлении.

3. Выяснение механизма появления носителей электрических зарядов путем собеседования.

Из курса химии известно, что в молекуле воды между атомами водорода и атомом кислорода связи ковалентные полярные. Электронные пары, связывающие атомы, смещены от атомов водорода к атому кислорода. На атомах водорода поэтому сосредоточен частичный положительный заряд, а на атоме кислорода – частичный отрицательный. Полярную молекулу воды изображают в виде диполя с указанием на полюсах зарядов со знаками «+» и «-».

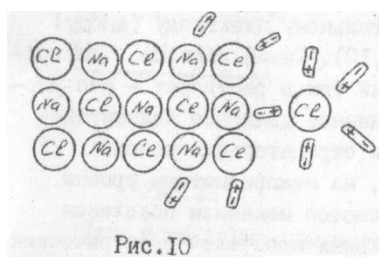


Рис. 10

При погружении кристалла соли в воду молекулы воды притягиваются к ионам, находящимся на поверхности кристалла: к положительным ионам – своими отрицательными полюсами (атомы кислорода), а к отрицательным ионам – положительными полюсами (атомы водорода) (рис.10). Это приводит к тому, что

электростатическое взаимодействие ионов натрия и хлора в кристалле ослабевается примерно в 81 раз. Это показывается на основе закона

Кулона $F = \frac{kq_1q_2}{\epsilon r^2}$, где $\epsilon = 81$ – диэлектрическая проницаемость воды. В

таких условиях тепловое движение ионов приводит к тому, что за счет хаотического теплового движения ионы с поверхности кристалла отрываются. В растворе появляются свободные ионы натрия и ионы хлора, окруженные полярными молекулами воды. Эти молекулы воды образуют гидратную оболочку шара. Гидратная оболочка состоит из 5-7, а то и большего числа молекул воды. Ион, окруженный гидратной оболочкой, называют гидратированным. Гидратная оболочка прочно удерживается ионом. Наличие таких оболочек препятствует обратному переходу ионов в кристаллическую решетку. В расплаве объединению ионов препятствует высокая скорость их тепловых колебаний при больших температурах. Сила отталкивания между разноименно заряженными ионами в несколько раз превышает притяжения.

Таким образом, распад вещества на ионы при растворении в воде называется электролитической диссоциацией (от латинского слова – «разъединение»). Данное явление впервые теоретически было объяснено в 1887 г. шведским ученым С. Аррениусом. В развитие

этой теории внесли большой вклад отечественные ученые, особенно И. А. Каблуков. Основываясь на теории Д. И. Менделеева о физико-химической природе растворения, он стал рассматривать электролитическую диссоциацию как химическое взаимодействие веществ с водой.

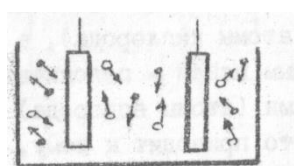


Рис. 11

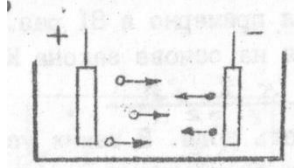


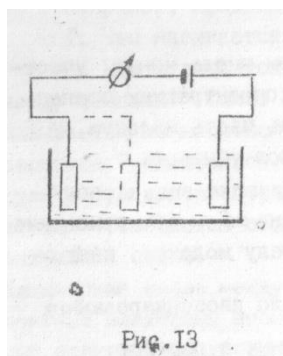
Рис. 12

Пока в растворе соли нет внешнего электрического поля, ионы, образовавшиеся в результате диссоциации, движутся хаотически (рис.11). При наличии электрического поля, ионы приходят в упорядоченное движение. Положительно заряженные ионы движутся к отрицательному электроду (катоде). Отрицательные ионы движутся к положительному электроду (аноду) (рис.12). Таким образом, электрический ток в растворах — это упорядоченное движение положительных и отрицательных ионов. Итак, на межпредметном уровне выявляется механизм появления свободных носителей электрических зарядов в растворах. Соли и щелочи проводят электрический ток не только в растворах, но и в расплавах: при плавлении кристаллическая решетка разрушается и ионы становятся свободными носителями электрических зарядов. Вещества, водные растворы или расплавы которых обладают ионной электропроводностью, называются электролитами (соли, щелочи и кислоты).

Если подвергать испытанию на электрическую проводимость растворы веществ, в которых ионных связей нет, то растворы этих веществ электрический ток не проводят. Например, при погружении электродов в раствор ацетона в воде лампочка не светится. Поэтому вещества, водные растворы или расплавы которых не обладают электропроводностью, называются неэлектролитами (глюкоза, сахароза, ацетон, спирт).

При этом внимание учащихся необходимо обратить на то, что поведение веществ в водном растворе зависит от того, имеются между составляющими их атомами ионные связи или нет. Отсюда

следует важный вывод: электропроводность веществ зависит от его состава и строения.



Растворы и расплавы электролитов обладают электрическим сопротивлением. Для его изучения соберем цепь, изображенную на рисунке 13. Изменяя расстояние между электродами и поддерживая постоянным напряжение между ними, мы обнаруживаем, что сила тока, протекающего через электролит, меняется обратно пропорционально расстоянию l между электродами:

$I = \frac{1}{l}$. Приподнимая один из электродов (или оба), можно заметить, что сила тока меняется прямо пропорционально с изменением площади поперечного сечения активной части электрода: $I \sim S$

Сила тока также изменяется, если изменить концентрацию электролита. Для объяснения этого собирается электрическая цепь по схеме, изображенной на рис. 14.

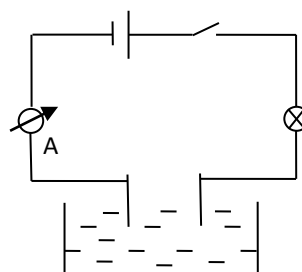


Рис. 14

Опыт проводят поочередно для нескольких растворов серной кислоты различных концентраций. Учащиеся наблюдают, соответственно, различные показания амперметра. Возникает проблема: в опыте используются растворы одного и того же вещества – серной кислоты и один и тот же источник тока; чем объяснить изменения показаний амперметра? Для разрешения данной проблемы целесообразно показать еще один демонстрационный опыт. В химический стакан с водой каплями добавляется раствор серной кислоты (H_2SO_4). Яркость лампочки усиливается по мере добавления капель, амперметр показывает увеличение тока. Анализ результатов опыта позволяет учащимся сделать вывод: сила тока увеличивается с увеличением концентрации раствора. Это означает, что с ростом концентрации раствора его сопротивление уменьшается. Сопротивление проводника в данном случае меняется за счет изменения удельного сопротивления (удельной электрической

проводимости), так как сечение слоя электролита и расстояние между электродами в опыте не меняется.

Увеличение электрической проводимости раствора с повышением его концентрации объясняется увеличением числа ионов, участвующих в переносе заряда, но при больших концентрациях степень диссоциации молекул мала, диссоциирует лишь часть молекул, вследствие чего концентрация свободных ионов убывает.

Здесь следует напоминать учащимся следующие знания, полученные на уроках химии. Степень диссоциации α – это отношение числа диссоциированных молекул, введенных в раствор:

$\alpha = \frac{n}{N}$, где n – число диссоциированных молекул, N – общее число молекул, введенных в раствор.

Степень диссоциации выражают в процентах или в долях единицы, и тогда эта степень изменяется от 0 до 1. Если степень диссоциации электролита в каком-либо растворе равна, например, $\frac{1}{4}$, это значит, что из каждых четырех молекул электролита распалась на ионы, лишь одна, а три не расщеплены.

Степень диссоциации в растворах электролитов всегда увеличивается с уменьшением концентрации электролита, т.е. по мере разбавления раствора, потому, что при этом ионы все более отдаляются друг от друга и возможность связываться в молекулы уменьшается.

Более тщательно проведенные опыты показали, что сопротивление электролита можно подсчитать по известной формуле

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Также опытным путем доказывается, что сопротивление электролитов уменьшается с повышением температуры $R = R_0(1 - \alpha t^0)$. Это связано с тем, что при повышении температуры тепловое движение молекул становится более интенсивным, из-за чего число свободных ионов в растворе увеличивается.

Для электролитов также справедлив закон Ома и закон Джоуля-Ленца.

Следует указать, что вольт-амперная характеристика электролитов линейная, но «начинается» при $U > 0$, так как возникает ЭДС поляризации, ток которой направлен против тока ЭДС источника, $I = \frac{U - E_i}{R}$, E_n – ЭДС поляризации.

Учитывая, что ученики нередко допускают неточности в определении понятий «электрическая диссоциация», «электролит», «раствор и расплав», «анод и катод», «анион», «катион» и др., можно предложить им упражнения межпредметного характера. Выполняя эти упражнения, учащиеся должны уточнить различие между ними.

Например, предложить учащимся ответить на вопросы:

1. Что называется электролитом?
2. Чем отличается ионные и ковалентные химические связи между атомами? (Связь атомов посредством общих электронных пар называется ковалентной связью. В наружном слое атома хлора содержится 7 электронов. Один из них неспаренный. Поэтому в молекуле хлора два электрона – один от одного, а другой от другого атома – становятся общими для обоих атомов, т.к. образуется ковалентная связь. Химическая связь между ионами называется ионной. При этом валентные электроны атомов металлов полностью переходят на наружный электронный уровень атомов галогенов).
3. Что называется электролитической диссоциацией?
4. Что происходит при электролитической диссоциации?
5. Что такое ион и как он образуется? (Ионы – это заряженные частицы, в которые превращаются атомы в результате отдачи или присоединения электрона).
6. Как движется ион под действием электрического поля?
7. Что называется анодом, катодом, также анионом и катионом?
8. От чего зависит сопротивление электролитов?
9. Как зависит электропроводимость электролитов от строения вещества?
10. Наблюдается ли электролитическая диссоциация в водах морей и океанов? (Наблюдается, т.к. в водах морей и океанов растворены соли).

11. Выразить заряд двухвалентного иона меди в Кулонах ($q=ne$), где n – валентность.

12. какие ионы образуются в растворе $NaCl$? Как они возникли?

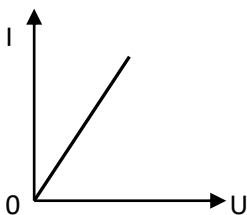
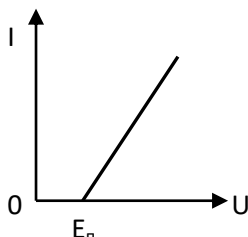
Ответы даны только на те вопросы, которых нет в тексте данной разработки.

III. Систематизация знаний учащихся.

Для завершения данного урока целесообразно предложить учащимся таблицу сравнения «Металл-электролит» (табл. 26), что способствует обобщению полученных знаний на уроках физики, конкретизации из на материале других предметов.

Таблица 26

Металлы	Электролиты
Твердые тела с кристаллическим строением и наличием свободных электронов.	Растворы солей, кислот, щелочей, расплавленные соли, обладающие электрической проводимостью.
Тип проводимости	
Электронная проводимость (электроны) e – заряд электрона $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, отрицательный.	Ионная проводимость (сольваты) q_0 – заряд иона, $q_0 = ne$, где n – валентность.

Вольтамперная характеристика	
 Рис. 15	 Рис. 16
Закон Ома для участка цепи	
$I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{U - E_n}{R}, \quad E_n \text{ — ЭДС поляризации.}$
Закон Ома с точки зрения теории проводимости	
$I = enS\mathcal{E}$	$I = q_0 n_0 S(\mathcal{E}_+ + \mathcal{E}_-)$
Сопротивление	
$R = \rho \frac{l}{S}.$ l – длина проводника S – площадь поперечного сечения ρ – удельное сопротивление γ – удельная электрическая проводимость	$R = \rho \frac{l}{S}.$ l – длина проводника S – площадь поперечного сечения k – постоянная ячейки $k = \frac{S}{l}$ $\gamma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{Rk}$ – удельная электрическая проводимость
Зависимость сопротивления от температуры	
Сопротивление увеличивается с увеличением температуры $R = R_0(1 + \alpha t^0)$	Сопротивление уменьшается с увеличением температуры $R = R_0(1 - \alpha t^0)$
Действие тока	

Тепловое Магнитное	Тепловое Магнитное Химическое
-----------------------	-------------------------------------

IV. Домашнее задание

1. Изучить записи в тетради.
2. Изучить содержание §66, §68 (до электролиза) учебника физики для X класса, §1, §2 учебника химии для X класса.
3. Ответить на вопрос: при каких условиях электрическая проводимость электролитов может возрастать?
4. Вывод закона Ома (для желающих).

Выводы

1. Поскольку процесс формирования у школьников научных понятий является целостным, то для его обеспечения необходима и целостная дидактическая система, основанная на взаимодействии следующих компонентов: цели и взаимодействия учителя и учащихся, состав и содержания понятий, методов и средств обучения, формы организации учебных занятий, результаты формирования понятий.

2. Одним из важных условий повышения качества преподавания естественных дисциплин является определение состава основополагающих фундаментальных понятий, общих для нескольких предметов, в процессе формирования которых осуществляются межпредметные связи. Знание учителем содержания этих понятий и перспективы их развития в сознании учащихся обеспечивает успешную реализацию потенциальных возможностей взаимосвязанного изучения курсов физики, биологии и химии.

3. В современных условиях настала пора задуматься над вопросом о логических средствах и способах учебного познания. Ведь к средствам обучения относятся не только учебники, приборы, наглядные и технические средства: но прежде всего-арсенал мыслительных приемов: анализ, синтез, сравнение, обобщение, систематизация. Без суждений, умозаключений, понятий, в которых закрепляются результаты познания, которые служат «инструментом» для дальнейшего более глубокого проникновения в сущность и закономерность развития природы, немислимо познание, человеческое мышление.

4. Результаты проведенного педагогического эксперимента в школах дали возможность определить состав главных форм организации учебных занятий в ходе которых создается реальная возможность осуществления межпредметных связей с целью успешного выполнения их функций в формировании у учащихся естественнонаучных понятий.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

§ 1. Задачи и методика проведения педагогического эксперимента

Перед педагогическим экспериментом, проводившемся в несколько этапов, ставились следующие основные задачи:

1. Изучение и анализ качества усвоения учащимися научных понятий общих для ряда предметов естественного цикла, при традиционной методике их формирования.

2. Апробирование приемов, способов и средств осуществления межпредметных связей, на основе которых достигаются интегративные результаты формирования понятий.

3. Отработка и корректировка системы организационных форм учебных занятий, способствующих успешной реализации межпредметных связей с целью повышения качества усвоения учащимися естественнонаучных понятий.

4. Экспериментальная проверка влияния комплексной реализации функций межпредметных связей на качество знаний и формирование учебных умений школьников.

На первом этапе (1982-83 гг.) был проведен констатирующий эксперимент, в задачу которого входило изучение и анализ качества усвоения учащимися научных понятий естественных предметов при традиционной методике их формирования. Решение данного вопроса осуществлялось в соответствии с логикой анализируемой деятельности. Как во всякой другой профилактической работе, первым звеном в предупреждении недостатков в усвоении понятий является обнаружение ее причин, типология их по существенным признакам, то есть диагностика. Результаты исследования этого этапа представлены в гл. II, § 3. На их основе были сформированы следующие выводы:

1. В практике школьного обучения при формировании у школьников понятий учителя используют в основном

репродуктивные методы обучения. Содержания понятий школьникам предлагаются в готовом виде, без учета установленных закономерностей усвоения понятий. Поэтому уровень усвоения учащимися основных естественнонаучных понятий еще остаются низкими.

2. При изучении физических понятий учащимися почти не используются знания, полученные при изучении других дисциплин. Как общие, так и специфические понятия, относящиеся к различным предметам, изучаются без взаимосвязи и применяются независимо друг от друга. Овладение умениями, необходимыми для усвоения понятий, носит стихийный, неосознанный характер, не переходящий в навыки.

3. В учебном процессе для формирования научных понятий, общих для ряда предметов, не используются потенциальные возможности осуществления межпредметных связей, их реализации носит эпизодический характер. А учителя, следуя лишь учебнику и логике своего предмета, не всегда в состоянии самостоятельно подобрать конкретные связующие компоненты знаний.

На втором этапе (1984-85 учебный год) был проведен пробный (зондирующий) эксперимент, основной целью которого являлась проверка эффективности использования отдельных приемов и средств реализации межпредметных связей в процессе формирования у школьников научных понятий и учебных умений. В процессе эксперимента фиксировалась реакция учителей и учащихся на работу по новой методике, анализировались их суждения относительно используемых в процессе обучения приемов осуществления межпредметных связей, возникающих при этом затруднениях. Изучалось также влияние отдельных приемов реализации МПС на качество усвоения учащимися учебного материала.

На третьем этапе (1985-1987 гг.) был осуществлен систематически обучающий эксперимент, который имел целью проверки эффективности использования всей совокупности приемов и средств реализации межпредметных связей в процессе формирования понятий. Изучалось их влияние на повышение уровня усвоения и прочности знаний, на качество формирования у

школьников умения овладевать и оперировать понятиями в решении учебно-познавательных задач не только по одному предмету, но и задач, требующих комплексного применения знаний из разных предметов. На данном этапе, наряду с совершенствованием способов и средств реализации межпредметных связей, отбирались и корректировались наиболее эффективные формы организации учебных занятий межпредметного характера.

На четвертом этапе (1987-1989 гг.) был проведен контрольный эксперимент. В его задачу входила комплексная проверка эффективности реализации всех дидактических функций межпредметных связей с использованием различных способов и средств, а также разнообразных форм организации учебных занятий, отобранных в ходе пробного и обучающего экспериментов. Вместе с этим, ставилась задача совершенствования способов контроля за усвоение понятий, общих для нескольких предметов, овладением умений устанавливать связи знаний на разных уровнях, а также за формированием умения оперировать понятиями при решении задач межпредметного содержания.

Пробный эксперимент по разрешению Министерства народного образования Киргизской ССР проводился в школах № 5, 33, 57 г. Фрунзе (учителя физики О. С. Сулайманова, Л. С. Сусская, В. С. Кочкурова). Для осуществления репрезентативную (показательную для всей совокупности) выборку числа экспериментальных объектов в эксперименте принимало участие 576 учащихся 7-9 классов этих школ, в том числе 288 учащихся экспериментальных классов, 288 учащихся контрольных классов. Экспериментальные классы были типичными по наполняемости и по уровню успеваемости не превосходил контрольных.

С целью установления причинно-следственных связей между новыми условиями обучения в экспериментальных классах и результатами воздействия на знания учащихся был применен метод сходства. Он реализовался путем использования отдельных приемов, способов и средств осуществления межпредметных связей в нескольких экспериментальных классах. В контрольных классах обучение велось с помощью сложившейся традиционной методики.

Итак, неварьируемыми условиями опытного обучения являлись: количественный состав учащихся; первоначальный уровень знаний; общее количество часов для изучения той или иной темы. Варьируемые подходы к формированию понятий; использование специально подобранных способов и средств, форм организации учебных занятий, по реализации межпредметных связей.

Перед началом проведения пробного эксперимента с учителями, завучами и директорами школ были проведены беседы о задачах и условиях проведения экспериментального обучения. Кроме того с учителями-экспериментаторами была проведена определенная работа с целью ознакомления их методикой формирования у учащихся научных понятий, с содержанием дидактической категории «межпредметные связи», видами и основными функциями межпредметных связей в формировании научных понятий, предлагаемыми приемами и средствами реализации их в учебном процессе. Ход эксперимента постоянно контролировался автором, неоднократно проводились предварительные обсуждения результатов эксперимента, вносились коррективы в методику обучения.

Для мотивации успешного усвоения понятий на первом уроке с учащимися всех экспериментальных классов были проведены беседы по теме «Учись учиться». Она стала опорным пунктом для дальнейшего многолетнего межпредметного обучения школьников умению овладевать логической структурой курса и понятиями, как основными элементами данной структуры.

Приведем примерный план такой беседы.

1. Значение и место физики в системе общеобразовательных предметов средней школы.
2. Основные структурные элементы системы научных знаний (на примере физики) и их краткие характеристики.
3. Основные требования к усвоению отдельных элементов системы научных знаний (обобщенные планы познавательного характера).
4. Возможные взаимосвязи данного предмета с другими конкретными предметами или группами предметов. Например, были даны характеристики предшествующего, сопутствующего и

перспективного видов межпредметных связей, а также связи по содержательно-процессуальным компонентам.

5. Ознакомление учащихся с содержанием межпредметной инструкции – памятка по овладению приемами логического мышления (см. гл.IV, § 2).

Содержание такой беседы варьировалось в соответствии с познавательными возможностями учащихся разных классов. А учащимися 7-х классов эти информации давались в ознакомительном плане в виде таблиц, схем, чтобы потом можно было вернуться к ним и уточнить их содержание при изучении конкретного учебного материала. Кроме того учителям-экспериментаторам было предложено осуществлять диалектико-материалистический подход к изучению всех явлений природы.

1. При изучении всех явлений по всем предметам исходить из того, что материя первична, а сознание вторично.

2. Раскрывать закономерные причинно-следственные связи между изучаемыми явлениями.

3. Рассматривать их в изменении и развитии.

4. Раскрывать присущие им противоречия.

Большое внимание на данном этапе педагогического эксперимента уделялось отработке методики проведения вводных и обобщающих уроков с фрагментами межпредметных связей, проверялась эффективность лабораторных работ с межпредметным содержанием; в 8-9 классах проводились межпредметные семинары и интегративные уроки (см. гл. IV, § 3). Для осуществления межпредметных связей применялись следующие приемы: рассказ, беседа, напоминание, указание, организация наблюдений учащихся за объектами окружающей среды с точки зрения разных наук, за явлениями, происходящими в природе и демонстрируемыми учителем в классе, выполнение упражнений по выявлению и уточнению существенных признаков понятия, организация работы учащихся с учебной литературой смежных предметов, перенос умения работать с обобщенными планами на другие предметы, решение задач, требующих комплексного применения знаний из различных предметов (см. гл. IV, § 2).

В ходе проведения пробного эксперимента проверялась эффективность различных учебных средств, используемых с целью создания наглядно-образного восприятия учащимися признаков формируемого понятия и обеспечения абстрактного мышления: приборы, наглядные пособия разных предметов; специально подобранные тексты учебников смежных предметов; портреты ученых разных наук; рисунки и схемы установок, приборов и машин; макеты и модели; межпредметные инструкции-памятки; плакаты с текстами различных вариантов определений одних и тех же понятий, встречающихся в разных учебниках; таблицы и схемы, необходимые для проведения дифференцировки понятий, сходных по каким-либо признакам; справочные и систематизирующие таблицы; творческие задания межпредметного характера и другие.

На первых порах, когда учащиеся еще не овладели умениями связывать знания из разных предметов, когда еще не были знакомы с общими правилами выполнения логических операций по усвоению понятий, когда у них еще не были сформированы умения работать с учебниками разных предметов, на уроках в экспериментальных классах удавалось сообщить и объяснить меньший объем учебного материала. Ученики неохотно принимались за самостоятельную работу с материалами разных предметов. Не придавали этой работе необходимого значения. И это мы считали вполне закономерным, так как в начале эксперимента учащиеся не осознали необходимость такого взаимосвязанного изучения родственных дисциплин. Материалы, вводимые из разных предметов, воспринимались как дополнительные задания. Учащиеся в течении некоторого времени проходили своего рода период адаптации. По мере приобретения учащимися навыков установления связей знаний из разных предметов, в результате использования на уроках разнообразных приемов и средств осуществления межпредметных связей происходило наращивание темпом в получении знаний, у них появлялся живой интерес к раскрытию причинно-следственных связей явлений и процессов природы на основе знаний, полученных при изучении разных предметов. Они самостоятельно приступили к

составлению ответов по обобщенным планам, отражающим содержание сложных понятий и связи между ними.

Эффективность реализации межпредметных связей естественных наук при формировании научных понятий определялась с помощью нескольких серий контрольных работ. Сравнение эффективности различных способов и средств реализации межпредметных связей осуществлялась с помощью специально разработанных критериев и количественных показателей (см. § 2 данной главы).

В ходе обработки результатов применялись поэлементный и пооперационный методы анализа для оценки качества усвоения понятий и уровня сформированности умений учащихся [306], поскольку эти методы дают возможность дать не только качественную, но и строгую количественную оценку. Результаты анализа подвергались обработке с применением методов математической статистики [78; 125].

Ниже приводим содержание и результаты контрольных работ, проведенных в ходе пробного эксперимента.

Таблица 27. Результаты анализа контрольной работы №1 для учащихся 7-х классов (Работу выполняли 95 учащихся экспериментальных и 91 учащихся контрольных классов)

№	Содержание вопросов и заданий	% учащихся, давших верные ответы		% учащихся, давших неполные ответы		% учащихся, давших неверные ответы		% учащихся, не давших ответы на вопросы	
		Э	К	Э	К	Э	К	Э	К
1.	Что называется веществом?	63,1	46,2	12,6	24,2	21,1	20,8	3,2	8,8

2.	Выпишите в отдельные столбики названия веществ и тел из следующего перечня: кислород, стакан, ключ, льдина, ртуть, свеча, вода, железо, линейка, алюминий, медь, гвоздь.	73,7	49,4	11,6	26,4	14,7	15,4	-	8,8
3.	Что Вы знаете о строении вещества?	73,7	53,8	8,4	24,2	14,7	15,4	3,2	6,6
4.	Молекулы льда, воды и водяного пара не отличаются друг от друга по своей структуре. Что же является причиной трех различных состояний воды?	61,1	46,2	21,1	24,2	12,6	20,8	5,2	8,8
5.	Какие величины характеризуют вещество?	70,5	50,6	19,0	29,7	10,5	19,7	-	-

Таблица 28. Результаты анализа контрольной работы № 2 для
учащихся 7-х классов

№	Содержание вопросов и заданий	% учащихся, давших верные ответы		% учащихся, давших неполные ответы		% учащихся, давших неверные ответы		% учащихся, не давших ответы на вопросы	
		Э	К	Э	К	Э	К	Э	К
1.	Масса шаров одинакова. Объем первого шара больше второго. Что можно сказать о плотности шаров?	59,0	45,1	19,0	19,8	17,8	28,5	4,2	6,6
2.	Плотность однородного вещества определяется формулой Из нее как будто бы следует, что плотность для данного вещества тем меньше, чем больше объем данного вещества. Так ли это?	60,0	41,8	21,1	24,1	16,8	27,5	2,1	6,6

3.	Почему глубокие водоемы даже в очень холодную зиму не промерзают до дна? Какое значение это имеет в природе?	61,1	46,2	22,1	24,2	14,7	19,7	2,1	9,9
4.	По географии Вы учили, что атмосферное давление в приземном слое воздуха с высотой уменьшается «на 1 мм на каждые 10 м подъема». Почему эта закономерность справедлива только для приземного слоя воздуха?	60,0	46,2	23,2	19,8	14,7	30,7	2,1	3,3
5.	Как с точки зрения физики можно объяснить отличие стеблей водорослей, которые растут в воде, от стеблей растений,	53,7	39,5	24,2	36,3	17,9	20,9	4,2	3,3

	растущих на берегу?								
--	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Первая и вторая контрольная работа имела целью проверить качество усвоения учащимися 7-х классов содержание понятия «вещество» и оперирование понятиями, характеризующими вещество, например, плотность, масса, температура, объем и др. Как показывают результаты анализа, процент учащихся экспериментальных классов, давших верные ответы выше, чем в контрольных классах.

Полученные данные свидетельствуют о низком уровне усвоения учащимися контрольных классов, как содержание понятия «вещество», так и отличие понятия «физическое тело» и «вещество», о строении вещества, а также величины характеризующие вещества. В контрольных классах на вопрос: «Что является причиной трех различных состояний воды?» 24,2% учащихся дали неполные ответы, а 20,8% учащихся дали неверные ответы. Это объясняется тем, что школьники не овладевали содержанием понятия «агрегатное состояние вещества». Хотя они различают их по внешним признакам, но все же не могут объяснить это различие с помощью взаимного расположения, движения и взаимодействия молекул.

Вторая контрольная работа в основном содержала вопросы межпредметного характера. Процент правильных ответов учащихся экспериментальных классов находится в пределах от 53,7 до 61,1. А в контрольных классах – от 38,5 до 42,2 процентов. Качественный анализ ответов учащихся экспериментальных и контрольных классов показал, что учащиеся не могут обнаружить связи физического понятия с понятием из других предметов. Так многие учащиеся контрольных классов утверждают, что «чем больше объем данного вещества, тем меньше плотность». Далее, отвечая на третий вопрос, они не смогли выразить, что наибольшей плотностью вода обладает при температуре $+4^{\circ}\text{C}$. Поэтому в глубоких водоемах температура воды остается такой даже зимой, когда его поверхность покрыта

слоем льда. Это обстоятельство имеет большое значение для сохранения жизнедеятельности животного и растительного мира в воде.

30,7% учащихся дали неверные ответы на четвертый вопрос контрольной работы. Они не на должном уровне усвоили то, что плотность атмосферы интенсивно уменьшается с высотой. В верхних разреженных слоях атмосферы для уменьшения давления на 1 мм. рт. ст. потребуется подняться на высоту, значительно большую 10 м.

На пятый вопрос контрольной работы правильно ответили 53,7% учащихся экспериментальных и 39,5% учащихся контрольных классов. Многие учащиеся из обеих групп не ясно представляют, что подводные растения имеют более тонкие стебли, так как их «поддерживает» выталкивающая сила воды, они более гибки, чтобы не ломаться при быстром течении.

Таблица 29. Результаты анализа контрольной работы № 3 для учащихся 8-х классов (Работу выполняли 100 учащихся экспериментальных и 101 учащихся контрольных классов)

№	Содержание вопросов и заданий	% учащихся, давших верные ответы		% учащихся, давших неполные ответы		% учащихся, давших неверные ответы		% учащихся, не давших ответы на вопросы	
		Э	К	Э	К	Э	К	Э	К
1.	Что называется внутренней энергией?	72,0	60,8	14,0	15,8	12,0	21,6	2,0	1,8
2.	Какими способами можно изменить внутреннюю	69,0	38,6	18,0	41,6	11,0	16,8	2,0	3,0

	энергию тела? Ответ подтверждайте примерами.								
3.	Теплопроводность сосновых досок в 3,7 раза больше, чем сосновых опилок; теплопроводность льда в 21,5 раза больше, чем свежеснежного снега. Чем объяснить такую разницу?	58,0	45,5	26,0	31,7	14,0	16,8	2,0	6,0
4.	Как изменяется внутренняя энергия топлива при горении?	72,0	45,5	12,0	19,8	16,0	31,7	-	3,0
5.	В двигателе внутреннего сгорания было израсходовано горючее массой 1,2 кг, теплота сгорания которого $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг. При этом двигатель совершил полезную работу	69,0	50,5	13,0	16,8	16,0	27,7	2,0	5,0

	1,5·10 ⁷ Дж. Каков его КПД?								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Результаты контрольной работы №3 показывают, что между показателями качества знаний учащихся экспериментальных и контрольных классов наблюдается существенная разница. Это наиболее заметно там, где от учащихся требуется определение понятия или установление связей и отношений между понятиями. Например, правильно определили внутреннюю энергию, как «энергию движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело» 72,0% учащихся экспериментальных классов, а в контрольных классах – 60,8%. На вопрос «Какими способами можно изменить внутреннюю энергию тела» дали правильные ответы и правильно обосновали их 69,0% учащихся экспериментальных классов. Подобные ответы в контрольных классах дали всего лишь 38,6% учащихся от всего количества опрошенных. 41,6% учащихся контрольных классов указали только на изменение внутренней энергии путем совершения работы или теплопередачи. Поэтому их мы считали неполными. Они не подтверждали данное положение с помощью соответствующих опытов и не приводили примеры. Процент учащихся контрольных классов, давших правильные ответы на третий вопрос, оказался на 12,5% меньше, чем правильных ответов учащихся экспериментальных классов.

Особый интерес представляют ответы учащихся на четвертый вопрос: «Как изменяется внутренняя энергия топлива при горении?». На этот вопрос правильно ответили 72,0% учащихся экспериментальных и 45,5% учащихся контрольных классов. 31,7% учащихся контрольных классов не смогли показать связи между процессом горения и изменением внутренней энергии. Здесь требовалось от учащихся применять знания, полученные не только из физики, но и из химии. Они не смогли объяснить то, что часть

внутренней энергии, скрытая в реагирующих веществах, то есть химическая энергия, при горении выделяется и передается окружающим телам в виде тепла. Следовательно, в целом внутренняя энергия топлива уменьшается.

Ответ на пятый вопрос требовал от учащихся умения устанавливать связи и отношения между понятиями: «КПД двигателя внутреннего сгорания», «полезная и затраченная работа», «теплота сгорания топлива», «масса топлива» и оперировать ими при решении задач. Как показывают результаты анализа работ учащихся и здесь наблюдается преимущество в знаниях и умениях учащихся экспериментальных классов. Разность процента учащихся сравниваемых классов, давших правильные ответы, составляет 18,5%. 27,7% учащихся контрольных классов не смогли решить задачу, а 5,0% из них даже не приступали к решению.

Таблица 30. Результаты анализа контрольной работы № 4 для учащихся 8-х классов

№	Содержание вопросов и заданий	% учащихся, давших верные ответы		% учащихся, давших неполные ответы		% учащихся, давших неверные ответы		% учащихся, не давших ответы на вопросы	
		Э	К	Э	К	Э	К	Э	К
1.	Что называется количеством теплоты?	56,0	51,5	38,0	27,7	6,0	17,8	-	3,0
2.	От каких величин зависит количество теплоты?	72,0	41,5	21,0	37,7	6,0	15,8	1,0	5,0

3.	Чем объясняется выделение или поглощение теплоты при химических реакциях?	64,0	37,7	22,0	41,5	14,0	16,8	-	4,0
4.	Почему удельная теплоемкость одного и того же вещества в разных агрегатных состояниях различна?	52,0	47,5	18,0	20,8	28,0	29,7	2,0	2,0
5.	Сколько надо сжечь сухих дров в кормозапарнике, чтобы нагреть воду массой 100 кг от температуры 10 ⁰ С до кипения? КПД кормозапарника равен 15%.	55,0	45,5	22,0	27,7	18,0	21,8	5,0	5,0

Четвертая контрольная работа имела целью проверить качество усвоения учащимися понятия «количество теплоты», зависимость количества теплоты, необходимое для нагревания тела или выделяемого при охлаждении, от рода вещества, от массы и от разности температур; связь между выделением (или поглощением) теплоты и химической реакцией; зависимость удельной теплоемкости вещества от его агрегатного состояния; оперировать понятиями при

решении несложных задач. Как видно из анализа результатов контрольной работы (табл. 30), качество знаний учащихся экспериментальных классов, выше, чем качества знаний учащихся контрольных классов. Более заметна разница процента правильных ответов на второй вопрос контрольной работы. Анализ ответов учащихся контрольных классов показывает, что они не смогли словами выразить зависимость количества теплоты от рода вещества, от массы и разности температур, хотя при решении задачи правильно написали формулу, характеризующую эту зависимость. 41,5% учащихся этих классов дали неполные ответы на третий вопрос. Это заключалось в том, что они, правильно отмечая реакции соединения и разложения, не раскрыли внутренний механизм этого процесса. Это свидетельствует о недостаточной сформированности у учащихся контрольных классов умения соотносить знания, полученные при изучении разных предметов, а также причинно-следственные связи физических и химических явлений.

В экспериментальных и контрольных классах наблюдался низкий уровень творческого мышления учащихся. Об этом можно было судить по ответам учащихся на четвертый вопрос контрольной работы. 28,0% учащихся экспериментальных и 29,7% учащихся контрольных классов не смогли дать верный ответ на этот вопрос, что является следствием несформированности умения анализировать явления, сопоставлять их и делать выводы. Отсюда возникла необходимость разработки приемов и средств обучения школьников овладению логическими умениями по усвоению понятий в соответствии с основными этапами их формирования.

Пятая контрольная работа, предложенная учащимся 8 классов, имела целью проверить качества знаний по теме «Объяснение изменений агрегатных соотношений вещества на основе молекулярно-кинетических представлений». Данные, приведенные в таблице 31 показывают, что усвоение понятий «агрегатное состояние вещества» и овладение умением оперировать понятиями при объяснении явлений природы и свойств тел проходит более успешно при реализации предварительных и сопутствующих межпредметных связей физики с другими дисциплинами. Количественные данные

подтверждают, что учащиеся экспериментальных классов лучше усвоили отличия между различными состояниями веществ, на основе этого правильно объяснили механизм протекания явлений плавления и кристаллизации, парообразования и конденсации, процесса малого круговорота воды в природе. 74,0% учащихся экспериментальных классов достаточно полно усвоили отличия агрегатных состояний вещества, тогда как в контрольных классах с этим заданием справились 57,5% учащихся. Эти знания (в экспериментальных классах) способствовали более успешным ответам на третий вопрос контрольной работы. Однако все же процент учащихся, давших верные ответы на вопрос, требующих использование знаний из разных предметов оставались низким. Это ярко выражено в ответах учащихся на четвертый вопрос. Процент правильных ответов на данный вопрос составляет 48,0% в экспериментальных и 31,7% в контрольных классах. А процент неправильных ответов соответственно – 15,0 и 24,7.

Таблица 31. Результаты анализа контрольной работы № 5 для учащихся 8-х классов

№	Содержание вопросов и заданий	% учащихся, давших верные ответы		% учащихся, давших неполные ответы		% учащихся, давших неверные ответы		% учащихся, не давших ответы на вопросы	
		Э	К	Э	К	Э	К	Э	К
1.	Чем объясняется нахождение вещества в разных агрегатных состояниях?	74,0	57,5	18,0	27,7	8,0	11,6	-	3,0

2.	Какие явления характеризуют переход вещества из одного состояния в другое?	69,0	51,4	22,0	23,8	9,0	14,8	-	-
3.	Почему в процессе плавления кристаллического вещества его температура остается неизменной до полного плавления вещества?	56,0	40,5	22,0	35,6	17,0	20,8	5,0	3,0
4.	Какие физические явления наблюдаются в процессе малого круговорота воды в природе?	48,0	31,7	32,0	40,6	15,0	24,7	5,0	3,0
5.	Загрязнение атмосферы отходами промышленности приводит к уменьшению ледников на	52,0	39,6	28,0	31,7	17,0	26,7	3,0	2,0

	горах. Почему? Каковы возможные нежелательные последствия этого?								
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Данные, полученные в ходе проведения пробного эксперимента подтвердили правильность выдвинутой гипотезы о том, что реализация межпредметных связей предметов естественного цикла положительно влияет на качество усвоения учащимися общих естественнонаучных понятий. При этом повышается уровень усвоения содержания понятия, связей и отношений между понятиями, также уровень овладения понятием, то есть использование понятий при решении задач, требующих знания по нескольким предметам.

Результаты данного этапа эксперимента также позволили выявить то, что большинство учащихся к началу эксперимента не были подготовлены к реализации межпредметных связей, у них не были сформированы умения по нахождению связей между понятиями различных учебных дисциплин, не владели приемами раскрытия содержания понятий, установления логических связей между существенными признаками понятий. А целенаправленное использование таких приемов реализации межпредметных связей как, напоминание, указание, выполнение межпредметных упражнений, решение задач, использование межпредметных учебных средств, различных форм организации учебных занятий способствовало более успешному усвоению понятий, более творчески подходить к приобретению знаний всего цикла естественных дисциплин, увидеть и находить естественные связи между явлениями природы и объяснять их причины и следствия. Учащиеся экспериментальных классов научились комплексно использовать знания для решения задач межпредметного содержания. Такие положительные результаты пробного эксперимента послужили основанием для продолжения педагогического эксперимента на следующих этапах. Результаты

систематически обучающего и контрольного экспериментов приводятся в третьем параграфе данной главы.

§ 2. Критерии эффективности предлагаемой системы и методика математической обработки результатов эксперимента

В современных условиях, когда школа особенно широко и непосредственно стремится опереться на достижения педагогической науки, крайне необходимо ввести в структуру научного исследования специальную процедуру доказательства результативности применяемой методики и достоверности выводов, вытекающих из педагогического эксперимента. Поэтому наше исследование должно было содержать конкретные критерии, по которым можно было оценивать эффективность предлагаемой нами системы реализации межпредметных связей в формировании у школьников естественнонаучных понятий. Выводы и рекомендации, сделанные без определения подобных критериев оказались бы не обоснованными.

Для определения эффективности предлагаемой системы реализации межпредметных связей в процессе формирования естественнонаучных понятий нами были выбраны следующие критерии:

1. Полнота усвоения школьниками содержания и объема понятий, связи и отношения между понятиями.
2. Умение оперировать понятиями при объяснении явлений природы, свойств тел или веществ.
3. Умение оперировать понятиями при решении задач межпредметного содержания, то есть, задач, решение которых требует от обучаемых комплексного применения знаний, получаемых при изучении различных предметов.
4. Влияние разработанной нами системы реализации межпредметных связей на прочность знаний.

Модернизация и совершенствование контроля и оценки знаний учащихся предполагают использование наиболее эффективных методов, разработанных дидактической метрологией, то есть, методов

педагогического измерения и выведенной из него оценки. Дидактическая метрология исходит из того, что цели учебно-воспитательного процесса и степень их реализации можно и нужно измерять. Однако стоит обратить внимание на то, что точное определение результатов обучения возможно тогда, когда цели обучения и критерии оценки представлены четко, однозначно и поддаются контролю. Основой такого педагогического измерения является ответ на вопрос: что и как измерять, и какой инструментарий необходимо использовать для осуществления этой операции. Поэтому, согласно с вышеуказанными критериями, кроме усвоения учащимися содержания положений, нам следовало измерять уровень сформированности умений оперировать понятиями в решении задач, устанавливать между ними связи и отношения. Исходя из этого для количественной оценки полученных результатов экспериментального обучения, нами применялись следующие показатели:

1. Коэффициент полноты усвоения учащимися содержания понятия K , который вычислялся по методике, разработанной А. В. Усовой [306]. $\hat{E} = \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^N n_i$, где n – общее количество признаков понятия, которые должны быть усвоены учащимися на данный момент обучения, n_i – количество признаков понятия, усвоенных i -тым учеником, N – число учащихся, выполнявших задание. Максимальное значение K равно 1.

2. Интегральный коэффициент усвоения понятий, вычисляемых по формуле: $I = \frac{1}{mN} \sum_{i=1}^N m_i$, где m – количество элементов знаний, которые должны быть усвоены учащимися, m_i – количество элементов знаний, усвоенных i -тым учеником, N – число учащихся, выполнявших задание. Максимальное значение I равно 1.

Интегральный коэффициент усвоения понятий определяется с учетом того, как усвоены:

- содержания понятия;
- объем понятия;
- связи и отношения данного понятия с другими понятиями.

3. Для определения эффективности процесса обучения используется, так называемый, глобальный коэффициент (показатель) уровня знаний Q . Например, Казимеж Денек (ПНР) [125] вычленяет четыре уровня знаний, усваиваемых в ходе обучения: 1 – уровень фактов (Ф); 2 – уровень операций (О); 3 – аналитико-синтетический уровень (А-С); 4 – уровень творчества (Т). Для каждого уровня знаний установлен ранг значимости в виде коэффициента (p). Показатель коэффициента для соответствующих уровней составляют: $P_{\Phi}=1,5$; $P_0=2,2$; $P_{A-C}=3,3$; $P_T=5,0$.

Глобальный показатель уровня знаний выражается формулой:

$$Q = \sum_{k=0}^T P_k \cdot \bar{I}_k$$
, где P_k – коэффициент значимости данного уровня знаний, $\bar{I}_k$ – процент правильных ответов для каждого уровня знаний.

Исходя из цели нашего исследования, для доказательства достоверности полученных результатов и эффективности используемой нами методики реализации межпредметных связей мы использовали и этот коэффициент Q . При этом выделили следующие уровни сформированности понятий:

1. Учащийся оперирует термином, обладает частичными знаниями о содержании понятия.

2. Учащиеся дает правильное определение понятия, усвоены все существенные признаки. Однако понятие имеет ограниченный объем.

3. Учащийся оперирует понятием при решении несложных задач по данному предмету (например, по физике).

4. Учащийся освоил обобщенное понятие, усвоены связи данного понятия с понятиями из других предметов, оперирует понятием при установлении причинно-следственной связи между явлениями различной природы.

5. Учащийся привлекает понятие для решения задач межпредметного характера – задач, требующих комплексного применения знаний по нескольким предметам (уровень творчества).

Для каждого уровня усвоения понятий установлен следующий ранг значимости: $P_1=1$; $P_2=2$; $P_3=3$; $P_4=4$; $P_5=5$.

Коэффициент Q определялся по той же формуле:

$$Q = \sum_{k=0}^T D_{\hat{e}} \ddot{I}_{\hat{e}}$$

4. Коэффициент эффективности применяемой методики характеризовался величиной отношения значений коэффициентов полноты усвоения понятий учащимися экспериментальных (K_{ε}) и контрольных (K_k) классов, определяемый по формуле: $\eta = \frac{\hat{E}_{\hat{\gamma}}}{\hat{E}_{\hat{e}}}$. При $\eta > 1$, используемая методика в экспериментальном обучении оценивалась как более эффективная по сравнению с традиционной.

5. Коэффициент эффективности по интегральному коэффициенту усвоения понятий μ , который вычислялся по формуле: $\mu = \frac{I_{\hat{\gamma}}}{I_{\hat{e}}}$, I_{ε} – интегральный коэффициент усвоения понятий учащимися экспериментальных классов, I_k – интегральный коэффициент усвоения понятий учащимися контрольных классов. Применяемая методика считалась эффективной, если значение $\mu > 1$.

6. Коэффициент эффективности предложенной системы по глобальному показателю уровня сформированности понятий (β) определяется по формуле: $\beta = \frac{Q_{\hat{\gamma}}}{Q_{\hat{e}}}$, где Q_{ε} – глобальный показатель уровня сформированности понятий у учащихся экспериментальных классов, Q_k – глобальный (коэффициент) показатель уровня сформированности понятий у учащихся контрольных классов.

7. Коэффициент прочности усвоения понятия (γ), который определялся по результатам двух срезов – непосредственно после изучения учебного материала и через 5-6 месяцев после этого, то есть, отношением коэффициентов полноты при отсроченном воспроизведении (K_2) и непосредственном воспроизведении (K_1). В общем случае данный коэффициент вычисляется по формуле: $\gamma = \frac{\hat{E}_2}{\hat{E}_1}$.

Для экспериментальных и контрольных классов: $\gamma_{\hat{\gamma}} = \frac{\hat{E}_{2\hat{\gamma}}}{\hat{E}_{1\hat{\gamma}}}$ и $\gamma = \frac{\hat{E}_{2\hat{e}}}{\hat{E}_{1\hat{e}}}$, где индексы «э» и «к» присвоены соответствующим коэффициентам, определяемым в экспериментальных и контрольных классах. Коэффициент эффективности применяемой в экспериментальных

классах методики в данном случае определялось отношением: $\alpha = \frac{\gamma_{\dot{y}}}{\gamma_{\hat{e}}}$.

Методика считается эффективной, если $\alpha > 1$.

8. Категория χ^2 (хи - квадрат) [78]. Данный критерий был выбран нами вследствие того, что в ходе педагогического эксперимента выполнялись все требования, позволяющие его применить, а именно:

а) рассматривалось распределение двух совокупностей объектов по состоянию некоторого свойства на основе измерений по шкале наименований;

б) обе совокупности (выборки) случайны;

в) выборки независимы и члены каждой выборки также независимы между собой;

г) сумма объемов двух выборок более 20;

д) все значения частот в таблице 2×6 , составленной на основе экспериментальных данных, не меньше пяти.

Поскольку школа наименований имеет более двух категорий применим двухсторонний критерий, рассчитывающийся по следующей формуле: $T = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=1}^c \frac{(n_1 Q_{2i} - n_2 Q_{1i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}}$, где n_1, n_2 – объем независимых выборок экспериментальных и контрольных классов; Q_{1i} , Q_{2i} – наибольшие частоты (число учащихся, обладающих знаниями, соответствующими данному качественному уровню); C – число степеней свободы.

Пусть α – принятый уровень значимости. Для нашего случая $\alpha = 0,05$. Тогда значение $T_{\text{набл}}$, полученное на основе экспериментальных данных, сравнивается с критическим значением $T_{\text{крит}} = \chi^2_{1-\alpha}$, которое определяется по «таблице χ^2 с $v = c - 1$ степенью свободы» с учетом выбранного значения α . Значения $T_{\text{крит}} = \chi^2_{1-\alpha}$ можно найти для некоторых значений α в $(c - 1)$ -й строке таблицы Г [78]. При выполнении неравенства $T_{\text{набл}} > T_{\text{крит}}$ нулевая гипотеза отклоняется на уровне α и принимается альтернативная гипотеза. Если выполняется неравенство $T_{\text{набл}} \leq T_{\text{крит}}$, то у нас, нет достаточных оснований для отклонения нулевой гипотезы.

В качестве нулевой мы принимаем гипотезу, но утверждающую, что изучаемые выборки, взятые из генеральных совокупностей с

одинаковым знаком распределения – статистической значимой разницы в знаниях учащихся контрольных и экспериментальных классов нет, а различия в результатах выборок объясняются чисто случайными причинами. Альтернативной гипотезой H_1 предполагаем, что уровни знаний учащихся контрольных и экспериментальных классов различны и это различие определяется влиянием не случайных факторов, например, составом учащихся, реализацией разработанной автором системы межпредметных связей в процессе формирования понятий.

§ 3. Анализ результатов педагогического эксперимента

Обучающий и контрольный эксперименты проводились в школах № 2, 33, 57, 66 города Фрунзе, сш. «Ленин-Жолу» Ак-Суйского района, восьмилетней школе имени С. М. Кирова Сокулукского района Киргизской ССР (учителя В. А. Рязанцева, Л. С. Сусская, В. С. Кочкурова, В. Г. Пец, Р. Р. Чыныбаев, П. Малтаева). Выбор школ был случайным. Уровень знаний учащихся и контрольной и экспериментальной группах к началу эксперимента был приблизительно равным. Он определялся по годовым оценкам учащихся предметов естественного цикла за предыдущий класс и по результатам проведения педагогического консилиума.

Сравнения знаний учащихся 8-9 классов проводились в школах №66, «Ленин-Жолу» и им. С. М. Кирова. В 8-9 экспериментальных и контрольных классах школ №33, 57 подобные сравнения не проводились, так как в этих классах был проведен пробный эксперимент.

На данном этапе педагогического эксперимента был применен метод различия, так как в 7-х классах происходило уравнивание первоначальных базовых знаний учащихся в двух группах и работали одни и те же учителя. А в 8-9 классах средней школы №66, «Ленин-Жолу» и в восьмилетней школе им. С. М. Кирова применялась комбинация методов сходства и различия. Данные методы применялись на больших совокупностях учащихся, примерно по 500 человек в каждой.

С целью проверки эффективности предлагаемой системы реализации межпредметных связей на данном этапе было осуществлено следующее.

1. В начале 1985-1986 учебного года был определен состав основополагающих понятий и разработана модель дидактической системы осуществления межпредметных связей, эффективность и педагогическую целесообразность которых надлежало исследовать.

2. Были уточнены критерии эффективности формирования у школьников научных понятий и математические методы обработки экспериментальных данных.

3. Организовано специальное обучение учащихся 7-9 классов с применением разнообразных приемов, способов и средств реализации межпредметных связей, также различных форм организации учебных занятий. Ход отдельных занятий, характер деятельности учителя и учащихся протоколировались и своевременно вносились коррективы.

4. Результаты экспериментальной работы оценивались после изучения темы, раздела с помощью фронтального и индивидуального опроса, кратковременных контрольных работ, с помощью тестов и анкет.

Для качественной и количественной оценки уровня усвоения учащимися понятий, наряду с общими критериями были разработаны требования, предъявляемые к усвоению конкретных понятий. Приводим примеры из них.

При изучении физики и других смежных предметов в 7-8 классах, учащиеся должны усвоить следующий минимум знаний о веществе:

- 1) вещество один из видов материи;
- 2) вещество состоит из атомов и молекул;
- 3) атомы и молекулы находятся в непрерывном и беспорядочном движении;
- 4) молекулы состоят из атомов;
- 5) атомы в свою очередь, имеют сложное строение – состоят из положительно заряженного ядра и электронной оболочки;
- 6) атомы и молекулы взаимодействуют друг с другом (между ними действуют силы притяжения и отталкивания);
- 7) химический элемент – это определенный вид атомов;

- 8) вещества по составу разделяются на простые и сложные;
- 9) вещество может находиться в твердом, жидком, газообразном и плазменном состояниях;
- 10) различие в агрегатных состояниях вещества определяется взаимным расположением, движением и взаимодействием частиц;
- 11) твердые тела делятся на кристаллические и аморфные: в кристаллических телах атомы и молекулы расположены в определенном порядке, образуя кристаллическую решетку;
- 12) явления, характеризующие переход вещества из одного агрегатного состояния в другое;
- 13) величины, характеризующие свойства вещества (масса, объем, плотность, температура, температура плавления, температура кипения, валентность, удельная теплоемкость);
- 14) умение оперировать вышеперечисленными понятиями при решении задач.

Требования к усвоению понятия «сила» учащимися 7-9 классов:

1. Знание существенных признаков понятия «сила» (физическая величина, характеризующая взаимодействия тел или частиц, в результате, которого изменяется скорость движения).
2. Знание единиц измерения силы и понимание того, как они были установлены в науке.
3. Знание видов сил (сила тяжести, вес, сила упругости и сила трения).
4. Знание основных способов измерения силы и умение произвести измерение силы и выполнить ее графическое изображение.
5. Умение находить равнодействующую двух сил, действующих по одной прямой.
6. Умение определить зависимость давления твердого тела на опору от действующей силы и площади опоры.
7. Знание причин действия на тело архимедовой силы в жидкости и газе.
8. Знание равенства архимедовой силы весу вытесненной жидкости.

9. Знание правила момента сил в определении условий равновесий рычага.

10. Умение определить вид движения под действием различных сил.

11. Умение определить условие равновесия тел под действием нескольких сил.

12. Знание законов (Ньютона, Гука, всемирного тяготения), выражающих связи и отношения понятия силы с другими понятиями механики.

13. Умение дать обобщенное определение силы, как «мера механического воздействия на материальную точку со стороны других материальных объектов, характеризующей величину и направление этого воздействия».

14. Умение использовать понятия при решении задач.

Требования к усвоению понятия «сила» учащимися 7-9 классов (сокращенный вариант).

1. Знание существенных признаков понятия «сила».

2. Знание характерных особенностей данной величины.

3. Знание единиц измерения силы.

4. Знание видов сил.

5. Знание прямых и косвенных способов измерения силы.

6. Умение произвести измерение силы и выполнить ее графическое изображение.

7. Умение определять вид движения под действием различных сил.

8. Знание законов, выражающие связь понятия силы с другими понятиями механики.

9. Умение использовать понятие при решении задач.

Требования к усвоению понятия «работа» учащимися 7-9 классов.

1. Знание условий, при которых совершается механическая работа.

2. Знание формулы, по которой определяется механическая работа, когда направление силы и движения совпадают.

3. Знание единицы измерения работы.

4. Знание механизма совершения работы газа и пара при расширении.

5. Умение устанавливать связи между понятиями «работа», «изменение внутренней энергии», «количества теплоты», «удельная теплота сгорания топлива», «КПД теплового двигателя», «удельная теплоемкость» и др.

6. Знание работы электрического тока.

7. Знание способов определения работы электрического тока.

8. Знание способов вычисления механической работы для случаев, когда $\alpha=90^0$, $\alpha=180^0$.

9. Знание и умение вычислять работу, совершаемую под действием различных сил.

10. Знание условий или механизм совершения работы мышц и работы сердца.

11. Умение устанавливать связи между понятиями «работа» и «потенциальная и кинетическая энергия». Совершение работы за счет кинетической и потенциальной энергии тела. Сообщение телу энергии за счет совершения работы.

12. Умение оперировать понятием при решении междисциплинарных физических задач (по механике, теплоте и электричеству).

13. Умение оперировать понятием при решении междисциплинарных задач.

Требования к усвоению понятия «энергия» учащимися 7-9 классов.

1. Знание признаков того, что тело обладает механической энергией.

2. Знание видов механической энергии (потенциальная и кинетическая энергия).

3. Знание зависимости кинетической энергии от массы и скорости движения тела.

4. Знание зависимости потенциальной энергии от массы и расположения тел относительно Земли и других тел.

5. Знание закона сохранения и превращения энергии в механических процессах.

6. Знание внутренней энергии тела, как энергия движения и взаимодействия частиц, из которых состоят тело.

7. Знание способов изменения внутренней энергии тела (механическая работа, теплообмен, химическая реакция).

8. Знание связей между понятиями «энергия», «работа» и «количество теплоты».

9. Знание закона сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах.

10. Умение устанавливать связи между понятиями «работа тока» и «изменение внутренней энергии».

11. Умение решать задачи межпредметного содержания, требующих умения оперировать понятием «энергия» и знанием закона сохранения и превращения энергии.

Требования к усвоению понятия «масса» учащимися 9 классов.

1. Определение массы.
2. Характер величины.
3. Единицы массы и история ее установления в науке.
4. Способы измерения массы.
5. Связь данного понятия с другими понятиями.
6. Относительная атомная масса элемента.
7. Относительная молекулярная масса вещества.
8. Закон сохранения массы веществ.

На основе этих требований были составлены различные варианты текстов, анкет и контрольных работ для учащихся, включающие в себя вопросы и задания для проверки как уровня усвоения содержания понятия, так и уровня овладения понятиями при объяснении явлений природы, также при решении задач.

Серия контрольных работ и анкет была посвящена проверке качества усвоения учащимися 7-х экспериментальных и контрольных классов содержания основных понятий. От учащихся требовалось ответить на комплекс вопросов, в результате которых можно было судить о качестве усвоения существенных признаков понятия и логические связи между ними. В одном случае требовалось из приведенного перечня существенных и несущественных признаков понятия выделить (подчеркнуть) только существенные, то есть,

раскрыть содержание понятия, в другом случае от учащихся требовалось на основе анализа фактов самостоятельно выявить существенные признаки и синтезировать их в определении, а в третьем – по готовому определению указать существенные признаки, отграничивать одно понятие от другого.

Приведем тексты некоторых контрольных работ для учащихся 7-х классов.

Контрольная работа № 1.

1. Что называется физическим телом?
2. Приведите примеры физических тел.
3. Чем отличается одно физическое тело от другого?
4. Из чего состоит физическое тело?
5. Являются ли физическими телами: дуб, плоды, лист, желуди, орехи, птица, машина, молекула.

Контрольная работа № 2.

1. Что называется веществом?
2. Назовите известные вам виды вещества?
3. Что вы знаете о строении вещества?
4. Что называется молекулой? Основные характеристики молекулы.
5. Какими опытами подтверждается взаимодействие молекул?

Контрольная работа № 3.

1. Что называется диффузией?
2. Одинаково ли протекает диффузия в газах, жидкостях и в твердых телах?
3. Зависит ли быстрота диффузии от температуры? Ответ обоснуйте.
4. В воде рек, озер и других водоемов всегда содержатся молекулы газов, входящих в состав воздуха. Благодаря какому явлению попадают эти молекулы в воду? Почему они проникают до дна водоема?
5. Какие вам известны явления в живой природе, основанные на диффузии?

Контрольная работа № 4.

1. В каких состояниях может находиться вещество?

2. Перечислите внешние признаки, по которым отличают одно состояние вещества от другого?

3. Приведите примеры известных вам веществ, находящихся: а) в твердом, б) в жидком, в) в газообразном состояниях.

4. Какие опыты показывают, что жидкости легко меняют форму?

5. Молекулы льда, воды и водяного пара не отличаются друг от друга. Что же является причиной трех различных состояний воды?

Контрольная работа № 5.

1. Как объяснить, что разные тела имеют различные массы?

2. Какие способы измерения массы вы знаете? Опишите их.

3. Выразите в килограммах массы тел: 6,8 т; 0,75 т; 5000 г; 130 г; 45 г.

4. На пакетах с продуктами написано 500 г; 0,8 кг. Что это означает?

5. Два мальчика на коньках, оттолкнувшись руками, друг от друга, поехали в разные стороны со скоростями 5 и 3 м/с. Масса какого мальчика больше и во сколько раз? (Масса мальчика, скорость которого 3 м/с, в $5/3$ раза больше массы другого мальчика).

Контрольная работа № 6.

1. Что называется плотностью вещества?

2. Плотность нефти 600 кг/м^3 . Что это означает?

3. Плотность однородного вещества определяется формулой $\rho = \frac{m}{V}$. Из нее как будто бы следует, что плотность данного вещества тем меньше, чем больше объем вещества. Так ли это?

4. Изменится ли плотность вещества при сильном нагревании?

5. По каким физическим свойствам отличаются деревья: береза, дуб, осина, клен?

6. Опишите возможный способ определения плотности Вашего тела. (Последний вопрос был предложен после изучения архимедовой силы).

Контрольная работа № 7.

1. Что называется силой?

2. Какие виды сил вы знаете?

3. Что общего и в чем отличие между силой тяжести и весом тела?

4. Чему равна сила, которая за 1 с изменяет скорость тела массой 1 кг на 3 м/с?

5. Что называется силой трения?

Контрольная работа № 8.

1. Когда совершается механическая работа?

2. Как определяется работа, когда направление силы совпадает с направлением движения тела?

3. Что принимается за единицу работы? Чему она равна?

4. Какая величина характеризует быстроту выполнения работы? Дайте определение.

5. Спортсмен поднял штангу массой 200 кг на высоту 1 м за 4 с. Какую мощность при этом он развил? Сравните ее со средней мощностью человека, если она равна 70 Вт.

Контрольная работа № 9.

1. Когда говорят, что тело обладает энергией?

2. Какие виды энергии вы знаете? Дайте их определение.

3. Назовите случаи, когда тело обладает одновременно потенциальной и кинетической энергией.

4. Приведите примеры превращения энергии из одного вида в другой.

5. Высота падения воды на Нурекской ГЭС равна 275 м. Каждую секунду через одну турбину ГЭС проходит 155 м^3 воды. Какая энергия в 1 с расходуется в турбине?

Анализ ответов учащихся на вопросы контрольных работ позволил количественно определить коэффициент усвоения содержания отдельных понятий и интегральный коэффициент овладения понятиями, в рамках требований программы 7 класса. На их основе определялся коэффициент эффективности разработанной нами системы. Количественные значения этих коэффициентов приведены в таблице 32.

Таблица 32. Результаты анализа контрольных работ учащихся
седьмых экспериментальных и контрольных классов

Понятия	<i>K</i>		<i>I</i>		η	μ
	Э	К	Э	К		
Физическое тело	0,82	0,52	0,76	0,48	1,57	1,58
Вещество	0,79	0,58	0,71	0,52	1,36	1,36
Диффузия	0,81	0,58	0,76	0,48	1,39	1,58
Агрегатное сост. вещества	0,90	0,62	0,82	0,54	1,45	1,51
Масса	0,68	0,42	0,58	0,40	1,61	1,45
Плотность	0,86	0,52	0,76	0,48	1,65	1,58
Сила	0,70	0,52	0,62	0,50	1,34	1,24
Работа	0,82	0,52	0,64	0,52	1,57	1,23
Энергия	0,68	0,48	0,56	0,42	1,41	1,33

Содержание контрольных работ для учащихся 8-х классов.

Контрольная работа № 1.

1. Что называется внутренней энергией тела?
2. какие способы изменения внутренней энергии вы знаете?

Ответ подтвердите примерами.

3. Что называется теплопроводностью вещества?
4. В чем отличие между конвекцией и излучением?
5. Приведите примеры, подтверждающие справедливость закона сохранения и превращения энергии:

а) в механических, б) в тепловых процессах.

Контрольная работа № 2.

1. Что называется количеством теплоты? Ее основные характеристик.
2. Какое свойство вещества характеризует удельная теплоемкость? Дать определение и указать единицы этой величины.
3. Почему удельная теплоемкость одного и того же вещества в разных агрегатных состояниях различная?

4. Как можно объяснить выделение теплоты при сгорании топлива (уголь, керосин, дрова и др.)?

5. Сколько надо сжечь сухих дров в кормозапарнике, чтобы нагреть воду массой 100 кг от температуры 10^0 до кипения? КПД кормозапарника равен 15%.

Контрольная работа № 3.

1. Чем объясняется нахождение вещества в различных агрегатных состояниях?

2. Какие явления характеризуют переход вещества из одного агрегатного состояния в другое? Дайте определение каждого из них и объяснение на основе атомно-молекулярного учения.

3. Как изменяется внутренняя энергия вещества при переходе из одного состояния в другое?

4. Какие удельные величины, характеризующие переход вещества из одного состояния в другое вы знаете? Дайте их основные характеристики.

5. Какое количество теплоты необходимо для того, чтобы превратить 0,3 кг льда при 0^0C в пар?

6. Какие физические явления наблюдаются в процессе круговорота воды в природе.

Контрольная работа № 4.

1. Покажите на примере совершения работы газа и пара при расширении.

2. Что называется тепловым двигателем?

3. Какие превращения энергии происходят в двигателе внутреннего сгорания?

4. Что характеризует КПД теплового двигателя?

5. В двигателе внутреннего сгорания было израсходовано горючее массой 1,2 кг, теплота сгорания которого $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг. При этом двигатель совершил полезную работу $1,5 \cdot 10^7$ Дж. Каков его КПД?

Контрольная работа № 5.

1. Какие свойства тел или частиц характеризует электрический заряд?

2. Что представляет собой электрическое поле?

3. Чем отличается друг от друга атомы различных химических элементов?

4. В ядре атома углерода содержится 12 частиц. Вокруг движутся 6 электронов. Сколько в ядре этого атома протонов и сколько нейтронов?

5. Что происходит при электризации тел: заряды создаются или разделяются? Объясните это на примерах.

Контрольная работа № 6.

1. Какая физическая величина является энергетической характеристикой электрического тока на участке цепи?

2. Как определяется работа электрического тока на каком-либо участке цепи?

3. Какие существуют способы измерения работы электрического тока?

4. Что является причиной увеличения внутренней энергии проводника с током?

5. Сколько воды можно вскипятить за 30 мин. Проволочной спиралью сопротивлением 20 Ом при силе тока 5 А? Начальная температура воды 20°C.

Контрольная работа № 7.

1. Какие свойства вещества вы изучили в 8 классе?

2. Какие механические свойства вещества вы знаете?

3. Какие понятия характеризуют электрические свойства вещества?

4. Какие понятия характеризуют тепловые свойства вещества?

5. Какие понятия характеризуют (световые) оптические свойства вещества?

Контрольные работы с учащимися экспериментальных и контрольных классов проводились в течение всего учебного года. Каждый раз определялся коэффициент полноты усвоения содержания некоторых понятий, интегральный коэффициент овладения понятиями. При вычислении последнего мы особое внимание уделяли умению учащихся устанавливать связи и отношения данного понятия с ранее усвоенными, оперировать понятиями в решении задач. Результаты поэлементного анализа усвоения понятий представлены в таблице 33.

Таблица 33. Результаты анализа качества усвоения понятий учащимися 8-х экспериментальных и контрольных классов

Понятия	<i>K</i>		<i>I</i>		η	μ
	Э	К	Э	К		
Внутренняя энергия	0,68	0,42	0,62	0,40	1,61	1,55
Количество теплоты	0,64	0,52	0,62	0,48	1,23	1,29
Удельная теплоемкость	0,76	0,52	0,72	0,46	1,46	1,56
Агрегатное состояние вещества	0,68	0,46	0,66	0,44	1,47	1,50
Работа газа и пара	0,59	0,32	0,56	0,32	1,84	1,75
Работа электрического тока	0,72	0,54	0,68	0,57	1,33	1,30
Свойства вещества	0,58	0,32	-	-	1,81	-
Тепловой двигатель	0,74	0,58	-	-	1,27	-

По данным коэффициентов полноты усвоения отдельных понятий и интегрального коэффициента по овладению понятием (таблица 32-33) можно сделать вывод о том, что уровень усвоения содержания понятий положительно влияет на уровень оперирования понятием. Это ярко выражается в соотношениях значений коэффициентов эффективности дидактической системы реализации межпредметных связей. Если значения коэффициента эффективности η в 7-х классах находится в пределах 1,34-1,65, то коэффициент эффективности по интегральному показателю μ находится в пределах 1,23-1,58. А в 8-х классах $\eta=1,23-1,81$, $\mu=1,29-1,75$. Это показывает прямую зависимость качества оперирования понятием в разных ситуациях от уровня усвоения содержания понятий.

Как отмечено, в параграфе 2 данной главы, одним из показателей качества усвоения понятий является определение глобального коэффициента уровня сформированности научных понятий. Для примера покажем результаты определения этого коэффициента для понятия «количества теплоты». При этом были выделены следующие уровни сформированности данного понятия.

1. Первый уровень характеризуется тем, что учащийся отличает термин «количество теплоты» от других терминов, но не усвоены существенные признаки понятия и логические связи между ними. Содержание понятия не усвоены.

2. Второй уровень характеризуется тем, что учащийся дает правильное определение количества теплоты, как «энергия, которую тепло получает или теряет при теплопередаче» или как количественная мера изменения внутренней энергии при теплопередаче. Усвоены: характер зависимости количества теплоты, необходимое для нагревания тела (или выделяемое при остывании), от рода вещества, из которого оно состоит, от массы этого тела и от изменения его температуры.

3. Учащийся оперирует понятием «количества теплоты» при решении задач по курсу физики 8 класса, используя уравнение $Q = cm\Delta t$

4. Учащийся освоил понятие в обобщенном виде, применяет понятие для объяснения тепловых явлений, умеет устанавливать связи и отношения с понятиями «внутренняя энергия», «изменение внутренней энергии», «химическая реакция», «работа», «масса», «плотность», «объем», «температура», «удельная теплоемкость», «теплопроводность», «конвекция», «излучение»; объясняет роль энергии излучения получаемой от Солнца, для жизни на Земле; указывает на то, что основным источником существующих на Земле видов энергии является энергия солнечного излучения.

5. Учащийся привлекает понятие «количество теплоты» для решения задач, требующих комплексного применения знаний по нескольким предметам.

Результаты анализа распределения учащихся по уровням сформированности понятия «количество теплоты» и значения

соответствующих коэффициентов, определяемые на основе экспериментальных данных, представлены в таблице 34. Анализ полученного результата позволяет сделать вывод о том, что в экспериментальных классах число учащихся, обладающих знаниями, соответствующие высшим уровням сформированности понятий, значительно больше, чем в контрольных классах. Коэффициент эффективности по этим данным составляет 1,25.

Таблица 34. Распределение учащихся 8-х экспериментальных и контрольных классов по уровням сформированности понятия «количество теплоты» по данным 1986-1987 учебного года

Классы	Число учащихся	Распределение учащихся в % по уровням сформированности					Р	Q	β
		1	2	3	4	5			
Экспериментальные	153	5,4	14,3	36,6	29,4	14,3	1,2,3 4,5	332,9	1,25
Контрольные	155	16,8	27,1	36,8	11,6	7,7		266,3	

Одним из основных понятий курса физики и химии является понятие «молекула». От уровня усвоения понятия «молекула» зависит качество усвоения систем понятий о составе, структуре и свойствах вещества. Результаты поэлементного анализа усвоения учащимися 8-х экспериментальных и контрольных классов понятия «молекула» приведены в таблице 35.

Таблица 35.

№	Основные характеристики молекул, указанные учащимися в своих работах	% учащихся от всего опрошенных	
		Экспериментальные классы	Контрольные классы
1.	Размеры молекул а) указывают, что молекулы очень малы; б) указывают, что молекулы так малы, что их	77,4	48,0

	можно увидеть только с помощью электронного микроскопа; в) указывают порядок величин.	57,5	37,4
2.	Движение молекул а) отмечают, что молекулы находятся в непрерывном движении; б) отмечают, что это движение является хаотическим; в) указывают на взаимосвязь температуры тел и скорости движения молекул; г) рассматривают особенности движения молекул в твердых телах, в жидкостях и газах.	100 100 63,4 45,3	68,2 68,2 32,2 21,2
3.	Взаимодействие между молекулами а) указывают на действие сил притяжения; б) указывают на действие сил отталкивания; в) отмечают, что силы отталкивания и притяжения действуют одновременно; г) указывают на зависимость сил отталкивания и	100 72,6 72,6 36,2	87,1 57,9 56,5 14,1

	притяжения от расстояния между молекулами.		
4.	Сложное строение молекул а) указывают, что молекулы имеют сложное строение; б) отмечают, что молекулы состоят из атомов.	90,3 95,2	71,8 69,4
5.	Межмолекулярные расстояния а) указывают, что между молекулами имеются расстояния; б) сравнивают расстояния между молекулами в твердых телах, жидкостях и газах.	72,9 63,4	42,6 37,4
6.	Связь между веществом, молекулой и атомом а) отмечают, что вещество состоит из молекул и атомов; б) утверждают, что вещество состоит из молекул.	95,2 100	69,4 63,5
7.	Отмечают наличие массы и веса	18,2	3,2

Одним из показателей эффективности предложенной нами системы является критерий χ^2 (хи-квадрат), которая применяется для сравнения распределения объектов двух совокупностей по состоянию некоторого свойства на основе измерений по шкале наименований

этого свойства в двух независимых выборках из рассматриваемых совокупностей.

Покажем определение значения χ^2 по данным контрольного эксперимента (1988/89 уч.год), на примере усвоения учащимися 8-х классов понятия о веществе.

Из двух совокупностей (учащихся 8-х экспериментальных и контрольных классов) сделаны выборки объемов $n_1=153$ и $n_2=155$. Результаты измерения состояния изучаемого свойства у объектов каждой выборки распределяются на C категорий (требования, предъявляемые учащимися 8-х классов по усвоению понятия «вещество», в нашем случае $C=14$). На основе анализа проведенных контрольных работ учащихся 8-х экспериментальных и контрольных классов составлялась таблица $2 \times C$ (см. табл. 36), в которой два ряда (по числу рассматриваемых совокупностей) и C колонок (по числу различных категорий состояния изучаемого свойства, принятых в исследовании).

Таблица 36 Распределение учащихся 8-х экспериментальных и контрольных классов по усвоению понятия «вещество»
(по данным контрольного эксперимента)

№ выборки	Объем выбор ки	Категории состояния изучаемого свойства (требования к усвоению понятия «вещество»)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	C	v	α	T _{набл}	T _{крит}
1. Экспери- менталь ные классы	n ₁ =153	126	152	98	142	142	138	142	148	148	110	136	92	86	102	14	13	0,05	152,08	22,36
2. Контроль- ные классы	n ₂ =155	32	138	66	136	128	98	102	132	151	92	88	62	58	62	14	13	0,05		

Для проверки выдвигаемой нами нулевой (см. § 2 данной главы) гипотезы с помощью критерия χ^2 на основе данных таблицы 36 подсчитывали значение статистики критерия T по следующей формуле: $T = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=1}^c \frac{(n_1 Q_{2i} - n_2 Q_{1i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}}$, где $Q_{1i} - (i=1, 2, \dots, C)$ – число учащихся экспериментальных классов, попавших в i -ю категорию по состоянию изучаемого свойства; $Q_{2i} - (i=1, 2, \dots, C)$ – число учащихся контрольных классов, попавших в i -ю категорию по состоянию изучаемого свойства.

Критическое значение статистик $T_{\text{крит}}$, имеющих распределение χ^2 с числом степеней свободы $\nu=13$ для уровня значимости $\alpha=0,05$ находим в таблице Г [78].

$$T_{\text{крит}}=22,36$$

Итак $T_{\text{набл}} > T_{\text{крит}}$, $152,08 > 22,36$. в соответствии с правилом принятия решения, полученный результат дает достаточное основание отклонить нулевую гипотезу на уровне $\alpha=0,05$ и принимается альтернативная гипотеза.

Критерий χ^2 (хи-квадрат) позволило еще исследовать распределения учащихся по уровням сформированности понятий. В качестве примера покажем распределения учащихся 9-х классов по уровням сформированности понятия «энергия». Для данного понятия были выделены следующие уровни сформированности.

1. Учащийся отличает данное понятие от других понятий и определяет энергию, как способность тел совершать работу. Ограничивается знанием об энергии только в рамках программы VII класса.

2. Учащийся связывает энергию с различными формами (механическими, тепловыми, электрическими, химическими) движения. Однако взаимосвязь видов энергии еще не усвоена. Понятие не обобщено.

3. Учащийся оперирует понятием «энергия» при решении задач в знакомых ситуациях, когда имеются конкретные данные по соответствующим разделам физики. Например, по изменению внутренней энергии, определению количества теплоты, определению

кинетической и потенциальной энергии тела и др. Содержание понятия сковано в рамках одного предмета.

4. Учащийся освоил связи и отношения между понятиями, применяет понятие для объяснения механических, тепловых, химических, биологических явлений. Усвоен закон сохранения и превращения энергии в механических, тепловых, электрических и химических процессах.

5. Учащийся оперирует понятием «энергия» для решения задач, требующих комплексного применения знаний по нескольким предметам.

Для определения уровня сформированности у школьников данного понятия были проведены серии контрольных работ, результаты которых в обобщенном виде представлены в таблице 37.

Таблица 37. Распределение учащихся 9-х экспериментальных и контрольных классов по уровням сформированности понятия «энергия» (по данным контрольного эксперимента 1988/89 уч.г.).

Классы	Количество учащихся	Уровни сформированности					T_H	T_K
		1	2	3	4	5		
Экспериментальные	154	142	13 6	128	107	104	27, 61	9, 49
Контрольные	154	132	78	92	83	82		

Как видно из таблицы 37 на уровне значимости $\alpha=0,05$ с числом степеней свободы $\nu=4$, $T_{\text{набл}}=27,61 > T_{\text{крит}}=9,49$, что дает основание утвердить правомерности альтернативной гипотезы.

Как отмечалось выше, одной из функций реализации межпредметных связей является повышение прочности усвоения понятия. С целью проверки влияния реализуемых способов и средств осуществления межпредметных связей, формирование у школьников учебных умений на прочность усвоения ими знаний нами был проведен эксперимент, суть которого заключалась в следующем. В конце каждого учебного года с учащимися 7-9 экспериментальных и

контрольных классов были проведены итоговые контрольные работы, включающие в себя задачи и вопросы, требующие от учащихся знания о содержании понятия, умения оперировать понятиями. Эту работу мы предложили этим же учащимся через пять месяцев, в конце первой четверти, когда они уже занимались в следующем классе.

Этот выбор основан на следующих соображениях. О прочности знаний судят по тому, как человек может их воспроизводить через определенный интервал времени, после того, как состоялось первичное их восприятие и усвоение. Проверить прочность знаний можно различными путями. Можно просто предложить обучающему воспроизвести в памяти определенные факты, формулы, определенные понятия, формулировки законов, правил и т.д. Это может служить проверкой только формальных знаний. Можно предложить задания, выполнение которых требует от учащихся не только воспроизведения в памяти ранее полученных знаний, но и умения оперировать ими в решении различного рода задач, в объяснении причинно-следственных связей явлений природы, используя при этом знания, полученные из различных предметов, синтезируя их для решения практических задач. Только в этом случае представляется возможным объективно оценить и проверить прочность знаний и умений учащихся. Мы в своих исследованиях использовали оба способа проверки прочности знаний.

Чем глубже и прочнее знания, усвоенные ранее школьниками, тем успешнее они могут выполнять задания, требующие воспроизведения этих знаний. По нашему мнению на результаты данного эксперимента должно положительно влиять и работа по формированию у учащихся познавательных умений, необходимых для усвоения понятий и для овладения понятиями. Также положительно должно сказываться умение учащихся переносить знания из одного предмета на другой, комплексно использовать знания для решения предметных задач.

Результаты анализа проведенных контрольных работ по определению коэффициента прочности знаний учащихся и коэффициента эффективности предлагаемой системы реализации межпредметных связей представлены в таблице 38.

Таблица 38. Результаты контрольных работ по определению коэффициента прочности знаний учащихся экспериментальных и контрольных классов (по данным эксперимента 1986/87 и 1987/88 уч.гг.).

Понятия	Восьмые классы				Девятые классы				$\gamma_{KЭ}$	γ_{KK}	$\gamma_{IЭ}$	γ_{IK}	α_K	α_I
	K		I		K		I							
	Э	К	Э	К	Э	К	Э	К						
Внутренняя энергия	0,68	0,42	0,62	0,40	0,62	0,36	0,66	0,32	0,91	0,86	1,06	0,80	1,06	1,32
Количество теплоты	0,64	0,52	0,62	0,48	0,66	0,42	0,62	0,42	1,03	0,81	1,0	0,88	1,27	1,14
Удельная теплоемкость	0,76	0,52	0,72	0,46	0,62	0,42	0,70	0,36	0,82	0,81	0,97	0,78	1,01	1,24
Агрегатные состояния вещества	0,68	0,46	0,66	0,44	0,72	0,40	0,62	0,32	1,06	0,87	0,94	0,73	1,13	1,19
Работа газа и пара	0,59	0,32	0,56	0,32	0,46	0,28	0,50	0,20	0,78	0,88	0,89	0,63	0,88	1,41
Работа электрического тока	0,72	0,54	0,68	0,52	0,60	0,42	0,58	0,42	0,83	0,78	0,85	0,81	1,06	1,05
Свойства вещей	0,58	0,32			0,52	0,26			0,90	0,81			1,11	
Тепловой двигатель	0,74	0,58			0,68	0,50			0,92	0,86			1,07	

Математический аппарат вычисления коэффициентов. Коэффициент прочности знаний по полноте (К) усвоения понятий:

$\gamma_{\hat{E}\hat{Y}} = \frac{\hat{E}_{\hat{Y}9}}{\hat{E}_{\hat{Y}8}}$, где $K_{\mathcal{E}9}$ – коэффициент полноты усвоения понятий учащимися девятыми экспериментальными классами, $K_{\mathcal{E}8}$ – коэффициент полноты усвоения понятий учащимися восьмыми (бывшими) экспериментальными классами.

$\gamma_{\hat{E}\hat{E}} = \frac{\hat{E}_{\hat{E}9}}{\hat{E}_{\hat{E}8}}$, где K_{K9} и K_{K8} – коэффициенты полноты усвоения понятий учащимися восьмыми и девятыми контрольными классами.

Коэффициент прочности знаний учащихся по интегральному показателю I усвоения понятий:

$\gamma_{I\hat{Y}} = \frac{I_{\hat{Y}9}}{I_{\hat{Y}8}}$, где $I_{\mathcal{E}9}$ – интегральный показатель усвоения понятий учащимися 9-х экспериментальных классов, $I_{\mathcal{E}8}$ – интегральный показатель усвоения понятий учащимися 8-х (бывшими) экспериментальными классами.

$\gamma_{IK} = \frac{I_{K9}}{I_{K8}}$, где I_{K9} и I_{K8} – интегральные показатели усвоения понятий учащихся 9-х и 8-х контрольных классов.

α_K – коэффициент эффективности обучения по полноте усвоения понятий.

α_I – коэффициент эффективности обучения по интегральному показателю усвоения понятий.

Результаты, приведенные в таблице 38 убедительно показывают преимущество, имеющихся в знаниях учащихся экспериментальных классов, что подтверждают правильность поставленной гипотезы и эффективности предлагаемой нами дидактической системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В процессе решения задач, поставленных перед школой в период социально-экономического обновления страны, требуется качество повышения естественнонаучных знаний, получаемых школьниками за время обучения. Для этого предполагается не только усвоения учащимися содержания учебного материала отдельных предметов, определяемого учебными программами, но и усвоение приемов и способов взаимосвязанного изучения смежных предметов. Это является одной из необходимых предпосылок формирования и развития личности современного общества.

2. Одним из важных компонентов системы естественнонаучных знаний являются понятия, общие для родственных наук. От качества их усвоения, особенно на начальном этапе обучения естественным дисциплинам, когда закладывается у учащихся необходимая понятийная база, зависят качества усвоения и овладения учащимися основ наук, создается перспективное условие для дальнейшего изучения их в последующих классах и в высших учебных заведениях. Поскольку естественнонаучные понятия своеобразно и диалектически отражают сущность предметов и явлений природы, связи и отношения между ними, именно они и являются основой усвоения естественнонаучной картины мира, формирования диалектико-материалистического мировоззрения. Поэтому для более полного и правильного формирования у школьников естественнонаучных понятий важное значение имеет определение дидактических функций межпредметных связей естественных дисциплин и реализации их в учебном процессе.

3. Анализ работ психологов, дидактов и методистов показывает, что, несмотря на наличие многочисленных исследований по проблеме реализации межпредметных связей в учебном процессе, до сих пор не выявлены и достаточно не разработаны их дидактические функции в формировании у школьников естественнонаучных понятий. До конца не исследовано влияние реализации межпредметных связей на качество усвоения понятий,

общих для предметов естественного цикла. В результате уровень усвоения учащимися этих понятий продолжал оставаться низким.

4. Низкий уровень реализации межпредметных связей определяется еще и тем, что в школьной практике отбор материала для взаимосвязанного изучения происходит бессистемно, учителя не в состоянии определить состав основополагающих понятий, в процессе формирования которых должны эффективно реализоваться межпредметные связи. Необоснованно выбираются и недостаточно используются эффективные приемы и способы осуществления межпредметных связей для формирования понятий. Не всегда применяются разнообразные формы учебных занятий, организация которых способствовала бы всестороннему анализу содержания отдельных понятий, реализации преемственности в развитии понятий, осуществлению обобщения и систематизации. Недостаточно обращается внимание на формирование у школьников учебных умений, необходимых для усвоения понятий, которые успешно могли бы использоваться при изучении смежных дисциплин. Решение этого вопроса способствовало бы предупреждению и преодолению перегрузок учащихся, которые устают не от того, что много учатся, а от того, что не умеют учиться. В теории и практике обучения недостаточно разработаны приемы формирования общих познавательных умений учащихся, являющихся инструментом для усвоения объектов разных предметов.

5. Разработанная нами дидактическая система реализации связей физики с другими предметами естественного цикла предполагает: определение главного направления методического обеспечения процесса формирования научных понятий при системно-структурном и деятельностном подходе; обеспечение преемственности в процессе формирования научных понятий и умений, общих для предметов естественного цикла, на основе применения планов обобщенного характера; повышения прочности и уровня усвоения понятий, общих для ряда предметов, их систематизации; решения познавательных и практических задач, требующих комплексного применения понятий; повышение роли усвоения понятий в формировании диалектико-материалистического

мировоззрения; повышения уровня овладения общими методами изучения явлений природы.

6. В результате оценки эффективности опытного преподавания естественных дисциплин с использованием межпредметных связей и изучения их влияния на формирование у учащихся научных понятий, установлено, что наиболее существенный успех обеспечивается при соблюдении следующих условий:

- если реализация межпредметных связей с целью формирования понятий организуется планомерно и систематически;

- если отдельные приемы и средства реализации межпредметных связей, содержание учебного материала, используемые из разных предметов, представляют собой взаимосвязанные и взаимно обуславливающие друг друга элементы единой системы, играющие вполне определенную роль в формировании сложных научных понятий;

- если у школьников будут сформированы познавательные умения, необходимые для усвоения понятий.

В результате выполненного исследования решены следующие задачи:

1. Проведен теоретический анализ философских, методологических и науковедческих работ с целью выявления логико-структурных элементов системы научных знаний. Обоснованы роль и место научных понятий в системе научных знаний.

2. Проведен научный анализ работ по психологии, дидактики и частных методик с целью выявления общего подхода к формированию понятий, закономерностей усвоения и развития в сознании школьников понятий, общих для ряда предметов.

3. Изучено и обобщено состояние проблемы формирования естественнонаучных понятий в практике работы школы при традиционной методике, установлен достаточно низкий уровень их усвоения.

4. Изучены и обобщены основные затруднения учителей в реализации межпредметных связей.

5. На основе теоретического анализа и обобщения доказана недостаточная разработанность проблемы формирования естественнонаучных понятий на основе межпредметных связей.

6. Составлен и опубликован тематический план осуществления межпредметных связей физики с другими предметами, отражающие содержания учебной информации из разных дисциплин, необходимые для использования на уроках физики.

7. Разработаны и научно обоснованы дидактические функции межпредметных связей в процессе формирования научных понятий.

8. Выделена совокупность естественнонаучных понятий, при формировании

которых важное значение имеют межпредметные связи.

9. На основе классификации межпредметных связей по трем существенным признакам выделены приемы, способы и средства реализации межпредметных связей, установлены их эффективные сочетания.

10. Разработана методика организации различных форм учебных занятий, где реализуются основные функции межпредметных связей.

11. Разработаны основные приемы формирования у школьников учебных умений для изучения понятий.

12. Педагогическим экспериментом доказано положительное влияние реализации предлагаемой системы на качество усвоения учащимися естественнонаучных понятий.

13. Для доказательства достоверности полученных результатов разработаны критерии

усвоения понятий и применены методы математической статистики.

14. Проведена определенная работа по внедрению результатов исследования путем выступлений перед учителями школ, опубликованием в печати основных положений исследования.

15. Разработана программа спецкурса «Психолого-дидактические основы формирования у школьников естественнонаучных понятий на основе межпредметных связей» и

опубликованы 3 учебно - методические пособия для студентов в объёме 17 п.л.

Дальнейшее развитие исследования может быть направлено по проверке влияния разработанной системы реализации межпредметных связей на повышение уровня усвоения и овладения школьниками сложных научных понятий в старших классах, а также на развитие обобщенных учебных умений. Также считаем целесообразным исследование возможности изменения последовательности изложения некоторых тем предметов естественного цикла для более полного осуществления преемственности в процессе формирования и развития понятий. В связи с перспективой введения в школе интегративного курса «естествознание» может быть целесообразным дальнейшее исследование проблемы подготовки будущих учителей к реализации межпредметных связей естественных дисциплин в средней школе

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К., Капитал. - Т.1. – М.: Госполитиздат, 1950.
2. Маркс К., Энгельс Ф. Избранные письма. – М.: Госполитиздат, 1953.
3. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – Т.12. – М.: ИПЛ, 1958.
4. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т.20. – М.: ИПЛ, 1958.
5. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т.20. – М.: ИПЛ, 1959.
6. Энгельс Ф. Анти-Дюринг. – М.: Госполитиздат, 1957.
7. Ленин В. И. Полн.собр.соч. – Т.29. – М.: Политиздат, 1963.
8. Ленин В. И. Полн.собр.соч. – Т.38. – М.: Политиздат, 1963.
9. Ленин В. И. Полн.собр.соч. – Т.18. – М.: Политиздат, 1963.
10. Ленин В. И. Три источника и три составные части марксизма. Карл Маркс. – М.: Политиздат, 1963.
11. Аверьянов А. Н. Системное познание мира: Методологические проблемы. – М.: Политиздат, 1985.
12. Агафонов А. Б. Преемственность в развитии физических понятий у учащихся старших классов средней школы: Дис.... канд. пед. наук. – Челябинск, 1983.
13. Ахундов М. Д., Борисов В. И., Тюхтин В. С. Интегративные науки и системные исследования // Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник, 1985. – М.: Наука, 1986.
14. Аристотель. Категории. – М.: Гос-е соц.-экон-е изд-во, 1939.
15. Арсеньев А. С., Библер В. С., Кедров Б. М. Анализ развивающегося понятия. – М.: Наука, 1967.
16. Бергер Н. М. Изучение тепловых явлений в курсе физики средней школы: Пособие для учителей. Из опыта работы. – М.: Просвещение, 1981.
17. Березюк С. А. Некоторые дидактические принципы формирования физических понятий у учащихся средней школы: Дис... канд. пед. наук. – Киев, 1958.
18. Богоявленский Д. Н., Менчинская Н. А. Психология усвоения знаний в школе. – М.: АПН РСФСР, 1959.
19. Борисов И. Н. Методика преподавания химии. – М.: Учпедгиз, 1952.

20. Бугаев А. Н. Методика преподавания физики в средней школе: теоретические основы: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. – М.: Просвещение, 1981.
21. Буслова М. К. Естественнонаучные понятия и категории // Диалектическая концепция понятия. – Минск: Наука и техника, 1982.
22. Бутлеров А. М. Избранные работы по органической химии. – М.: АПН РСФСР, 1951.
23. Бабанский Ю. К. Рациональная организация учебной деятельности. – М.: Знание, 1981.
24. Бабанский Ю. К. Вопросы повышения эффективности педагогических исследований. – М.: Педагогика, 1982.
25. Баллер Э. А. преемственность в развитии культуры. – М.: Наука, 1969.
26. Батаршев А. В. Преемственность в дидактических приемах умения // Сов.педагогика. – 1987. №4.
27. Беленький Г. И. Межпредметные связи // Совершенствование содержания образования в школе / Под ред. И. Д. Зверева, М. П. Кашина. – М.: Педагогика, 1985.
28. Белякова Н. М. Формирование умения наблюдать в курсе природоведения 3-4 классов: Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1978.
29. Блиновская Ю. В. Дидактические условия формирования понятий об изменчивости и наследственности при изучении общей биологии в средней школе: Автореф. дис... кад. пед. наук. – М.:, 1976.
30. Блонский П. П. Избранные педагогические и психологические сочинения: В 2 т. – М.: Педагогика, 1979. – Т. 2.
31. Безденежных Е. А., Брикман И. С. Физика в живой природе и медицине. – Киев: Радянська школа, 1976.
32. Берулава М. Н. Интеграция содержания общего и профессионального образования в профтехучилищах. Теоретико – методологический аспект. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988.
33. Берулава М. Н. Теория и практика интеграции содержания общего и профессионального образования в профтехучилищах: Дис...д-ра пед. наук. – Бийск, 1989.

34. Бойко Е. И. Механизм умственной деятельности. – М.: педагогика, 1976.
35. Бирюков Б. В. Кибернетика и методология науки. – М.: Наука, 1971.
36. Бобров А. А. Формирование у учащихся старших классов обобщенных экспериментальных умений в условиях осуществления межпредметных связей физики с химией: Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1981.
37. Бутаков А. А. Основные формы движения материи и их взаимосвязь в свете современной науки: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1974.
38. Буховцев Б. Б., Климонтович Ю. Л., Мякишев Г. Я. Физика: Учебник для 9 класса средней школы. – М.: Просвещение, 1989.
39. Брунер Дж. Процесс обучения. / Пер. с англ. – М.: АПН РСФСР, 1962.
40. Буряк В. К. Теория и практика самостоятельной учебной работы школьников: Дис... д-ра пед. наук. – Кривой рог, 1986.
41. Выгодский Л. С. Собрание сочинений. В 6 т. Т.3. Проблемы развития психики / Под ред. А. М. Матюшкина. – М.: Педагогика, 1983.
42. Выгодский Л. С. Собрание сочинений. В 6 т. Т.4. Детская психология / Под ред. Д. Б. Эльконина. – М.: Педагогика, 1984.
43. Валович Е. С. Решение задач как одно из средств реализации межпредметных связей физики с другими естественнонаучными дисциплинами (6-7 классы): Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1986.
44. Верзилин Н. М. и др. Общая методика преподавания биологии. – М.: Педагогика, 1983.
45. Верзилин Н. М. Проблема развития понятий в процессе обучения // Сов. педагогика. – 1966. - №12.
46. Верховский В. Н., Гольдфарб Я. Л., Сморгонский Л. М. Методика преподавания химии в средней школе. – М., Л.: Учпедгиз, 1936.
47. Виленская Н. А. Изучение процесса формирования понятий теплоты в курсе физики средней школы: Автореф. дис... канд. пед. наук. – М.: МОПИ им. Н. К. Крупской, 1966.

48. Винниченко И. А. Методика образования у учащихся некоторых научных представлений и понятий в процессе обучения. Дис... канд. пед. наук. – Киев, 1960.
49. Войшвилло В. К. Понятия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1967.
50. Войшвилло Е. К. Понятие как форма мышления: Логико-гносеологический анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1989.
51. Волович М. Б. Формирование общих приемов работы с понятиями (на материале начального курса геометрии): Дис... канд. пед. наук. – М.:, 1967.
52. Волковыский Р. Ю. Определение физических понятий и величин: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1976.
53. Всесвятский Б. В. Системный подход к биологическому образованию в средней школе. – М.: Просвещение, 1985.
54. Выгодский Л. С. Собрание сочинений. В 6 т. Т.2. Проблемы общей психологии / Под ред. В. В. Давыдова. – М.: Педагогика, 1982.
55. Гальперин П. Я. К исследованию интеллектуального развития ребенка // Вопросы психологии. – 1969. - №1.
56. Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий // Психологическая наука в СССР. – М.: АПН РСФСР, 1959. – Т.1.
57. Гальперин П. Я. Типы ориентировки и типы формирования действий и умений // Докл. АПН РСФСР. – М.: АПН РСФСР, 1959. - №2.
58. Ганелин Ш. И. Дидактический принцип сознательности. – М.: АПН РСФСР, 1961.
59. Ганелин Ш. И. О преемственность и межпредметных связей // Преемственность в обучении и взаимосвязь между учебными предметами в V-VII классах / Под ред. Ш. И. Ганелина и А. К. Бушли. – М.: АПН РСФСР, 1961.
60. Ганелин Ш. И. Педагогические основы преемственности и учебно-воспитательной работе школы // Сов. педагогика. – 1955.- №7.
61. Ганелин Ш. И. Принципы обучения // Педагогика / Под ред. Г.И.Щукиной. – М.: Просвещение, 1966.

62. Голин Г. М. Образовательные и воспитательные функции в методологии научного познания в школьном курсе физики: Дис... д-ра пед. наук. – Коломна, 1986.

63. Голин Г. М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1987.

64. Гончаренко С. У. Методологические и теоретические основы формирования у учащихся средней школы естественнонаучной картины мира: Автореф. дис... д-ра пед. наук в форме научного доклада. – Киев, 1989.

65. Горский Д. П. Обобщение и познание. – М.: Мысль, 1985.

66. Гранатов Г. Г. Совершенствование методики формирования у учащихся основных понятий оптики: Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1980.

67. Груденов Я. И. Психолого-дидактические основы методики обучения математике. – М.: Педагогика, 1987.

68. Готт В. С., Семенюк Э. П., Урсул А. Д. Категории современной науки. – М.: Мысль, 1984.

69. Гурьянов Г. А. Особенности формирования понятий о физических величинах в курсе физики 6 класса. Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1980.

70. Гусев В. А., Иванова А. И., Шабалин О. Д. Изучение величин на уроках математики и физики в школе. – М.: Просвещение, 1981.

71. Голобородько М. Я. Применение графиков на уроках неорганической химии для реализации межпредметных связей в учебной деятельности учащихся // Межпредметные связи естественно-математических дисциплин: Пособие для учителей. Сб. ст./ Под ред. В. Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980.

72. Голобородько М. Я., Соколова Ф. П. Влияние межпредметных связей на формирование физических и химических понятий // Межпредметные связи естественно-математических дисциплин: Пособие для учителей. Сб. ст./ Под ред. В. Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980.

73. Готт В. С. Удивительный, неисчерпаемый, познаваемый мир. – М.: Знание, 1974.

74. Готт В. С. Философские вопросы современной физики: Учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1972.
75. Готт В. С., Урсул А. Д. Общенаучные понятия и их роль в познании. – М.: Знание, 1975.
76. Груздева Н. В. Межпредметные задачи как средство формирования познавательных умений системного обобщения знаний старшеклассников: Дис... канд. пед. наук. – Л., 1987.
77. Гузик Н. П. Обучение органической химии: Кн. для учителя. Из опыта работы. – М.: Просвещение, 1988.
78. Давыдов В. В. Содержание и структура учебной деятельности школьников // Формирование учебной деятельности школьников / Под ред. В. В. Давыдова, И. Ломпшера, А. К. Марковой. – М.: Педагогика, 1982.
79. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. – М.: Педагогика, 1972.
80. Давыдов В. В. Проблемы развивающегося обучения. – М.: Педагогика, 1986.
81. Журавлев В. М., Токтомышев С. Ж., Мамбетакунов Э., Гудимова А. Н. Формирования понятий и познавательных умений как средство повышения качества обучения физике. – Фрунзе: Мектеп, 1988.
82. Данилов М. А. Процесс обучения в советской школе. – М.: Учпедгиз, 1960.
83. Данилов М. А., Есипов Б. П. Дидактика. – М.: АПН РСФСР, 1957.
84. Данилевич Л. П. Повышение эффективности межпредметных связей в обучении физике и химии: Дис... канд. пед. наук. – Киев, 1988.
85. Диалектика научного познания: Очерк диалектической логики. – М.: Наука, 1978.
86. Диалектика познания сложных систем / Под ред. В. С. Тюхтина. – М.: Мысль, 1988.
87. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики / Под ред. М. Н. Скаткина. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1982.

88. Дистервег А. Избранные педагогические сочинения. – М.: Учпедгиз, 1956.
89. Домрачев Г. М., Ефимов С. Ф., Тимофеев А. В. Закон отрицания. – М.: Высш. школа, 1961.
90. Дуранов М. Е., Михайлов П. А. Педагогический подход к преемственному обучению как система // Пути повышения эффективности обучения в школе. – Челябинск: 1977, вып.11.
91. Дроздов А. П. Использование принципов и методов физики при формировании первоначальных химических понятий: Дис... канд. пед. наук. – Л., 1985.
92. Ерунова Л. И. Методика формирования основных понятий механики материальной точки на первой ступени обучения физике: Дис... канд. пед. наук. – Л., 1969.
93. Ефименко В. Ф. Методологические вопросы школьного курса физики. – М.: Педагогика, 1976.
94. Ерунова Л. И. Урок физики и его структура при комплексном решении задач обучения: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1988.
95. Забродина Л. С. Формирование понятий о массе и силе на первой ступени обучения физике: Дис... канд. пед. наук. – М.: МОПИ им. Н.К. Крупской, 1974.
96. Завьялов В. В. Семинары как одна из форм учебной работы по физике в старших классах: Автореф. дис... канд. пед. наук. – М., 1969.
97. Загрекова Л. В. Влияние межпредметных связей по формированию у учащихся понятия о строении вещества при изучении физики: Дис... канд. пед. наук. – Тула, 1971.
98. Зайгерник Б. В. Патология мышления. – М.: Педагогика, 1962.
99. Звягин А. Н. Совершенствование систематизации знаний учащихся в процессе обучения в средней школе (на материале естественнонаучных дисциплин): Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1978.
100. Зверев И. Д. Формирование системы знаний в процессе обучения и воспитания. Межпредметные связи – важный фактор в

осуществлении воспитания и обучения // Сов. педагогика. – 1983. - №2.

101.Золотарь К. И. Преемственность в обучении // Сов. педагогика. – 1968. - №9.

102.Зверева Н. М. Активизация мышления учащихся на уроках физики: Из опыта работы. Пособие для учителей. – Мю: Просвещение, 1982.

103.Зорина Л. Н. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. – М.: Педагогика, 1978. – 128 с.

104.Зверев Д. И. Взаимная связь учебных предметов. – М.: Знание, 1977.

105.Зверев И. Д., Максимова В. Н. Межпредметные связи в современной школе. – М.: Педагогика, 1981.

106.Зотов Ю. В. Организация современного урока: Кн. для учителя / Под ред. П. И. Пидкасистого. – М., 1984.

107.Зубов А. Ф. Влияние межпредметных связей физики с биологией на развитие интереса к будущей профессии у слушателей подготовительного отделения медвуза: Автореф. дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1985.

108.Зиновьев А. А. Формирование у учащихся умений наблюдать и самостоятельно ставить опыты в курсе физики 6-7 классов на основе межпредметных связей с биологией и химией: Автореф. дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1988.

109.Иванов С. И. О формировании понятий в процессе обучения // Сов. педагогика. – 1945. - №1.

110.Иванов С. И. Методика введения понятий о работе и энергии и их первичного закрепления // Методика преподавания физики: Сб. трудов. – М.: МОПИ им. Н. К. Крупской, 1976.

111.Иванова Л. А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1983.

112.Иванова Т. В. Повышение эффективности лекционно-семинарской формы обучения биологии: Автореф. дис... канд. пед. наук. – М.: 1989.

- 113.Игнатов А. И. Формы движения и виды материи // Вопросы философии. – 1963. - №1.
- 114.Ильенков Э. В. Проблема абстрактного и конкретного // Вопросы философии. – 1967. - №9.
- 115.Ильин В. В., Калинин А. Т. Природа науки: Гносеологический анализ. – М.: Высш. школа, 1985.
- 116.Ильина Т. А. Структурно-системный подход к организации обучения. Вып. 1. – М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1972.
- 117.Ильченко В. Р. Формирование у учащихся представлений об общности основных законов неживой природы (в процессе взаимосвязи изучения физики и химии): Дис... канд. пед. наук. – М.: 1975.
- 118.Ильченко В. Р. Обобщение и межпредметные связи // Сов. педагогика. – 1986. - №12.
- 119.Кабанова-Меллер Е. Н. Психология формирования знаний и навыков у школьников. – М.: АПН РСФСР, 1962.
- 120.Кабанова-Меллер Е. Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственного развития учащихся. – М.: Просвещение, 1968.
- 121.Карасова И. С. Комплексные семинары как форма систематизации и обобщения знаний учащихся средней школы: Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1980.
- 122.Кассирер Э. Познание и действительность. Понятие о субстанции и понятие о функции. – СПб, 1912.
- 123.Кац Ц. Б. Биофизика на уроках физики: Кн. для учителя: Из опыта работы. 2-е изд. перераб. – М.: Просвещение, 1988.
- 124.Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. – М.: АН СССР, 1967.
- 125.Кедров Б. М. Отрицание отрицания. – М.: АН СССР, 1957.
- 126.Кедров Б. М, О повторяемости в процессе развития. – М.: Наука, 1961.
- 127.Кедров Б. М. О содержании и объеме изменяющегося понятия // Философские записки. Т.VI. – М.: Изд-во АН СССР, 1953.

128.Кедров Б. М. Развитие понятия элемент от Менделеева до наших дней. Опыт историко-логического исследования. – М., Л.: ГТТИ, 1948.

129.Кикоин И. К., Кикоин А. К. Физика: Учебник для 8 класса средней школы. 8-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1988.

130.Кириллова Г. Д. Теория и практика урока в условиях развивающегося обучения: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1980.

131.Кирюшкин Д. М. Методика преподавания химии. – М.: Учпедгиз, 1952.

132.Колесникова В. В. Система мер, направленных на повышение прочности знаний учащихся 6-7 классов по физике. Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1986.

133.Коменский Я. А. Избранные педагогические сочинения. – М.: Учпедгиз, 1955.

134.Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. – М.: Наука, 1975.

135.Копнин П. В. Гносеологические и логические основы науки. – М.: Мысль, 1974.

136.Копнин П. В. Диалектика как логика. – Киев: Изд-во Киевского ун-та, 1961.

137.Коротяев Б. И. К проблеме преобразования науки в учебный предмет // Вопросы повышения эффективности теоретических исследований в педагогической науке. Ч. 1. – М.: Высш. школа, 1976.

138.Коротяев Б. И. Учение – процесс творческий: Кн. для учителя: Из опыта работы. 2-е изд., доп. и испр. – М.: Просвещение, 1989.

139.Косатая В. М. Приемы познавательной деятельности как вид межпредметных связей: Дис... канд. пед. наук. – М., 1975.

140.Костанян С. К. Взаимосвязь изучения физики и трудового обучения в средней школе (на материале механики): Автореф. дис... канд. пед. наук. – Киев, 1988.

141.Куписевич Ч. Основы общей дидактики / Пер. с польск. О. В. Долженко. – М.: Высш.шк., 1986.

142. Кестюк Г. С. Некоторые аспекты взаимосвязи обучения и умственного развития // Сов. педагогика. – 1967. - №1.
143. Костерева Е. В. Совершенствование форм организации обучения общей биологии с использованием межпредметных связей: Дис... канд. пед. наук. – Л., 1985.
144. Краевский В. В. Проблемы научного обоснования обучения: Методологический анализ. – М.: Педагогика, 1977.
145. Крупская Н. К. Педагогические сочинения. Т.5. – М.: АПН РСФСР, 1960.
146. Кузнецова Н. Е. Теоретические основы формирования системы понятий в обучении химии: Дис... д-ра пед. наук. – Л.: ЛГПИ, 1987.
147. Кузнецова Н. Е. Формирование систем понятий при обучении химии. – М.: Просвещение, 1989.
148. Кузьмин Н. Н. Взаимосвязь физики с другими предметами естественного цикла как необходимое условие формирования общих естественнонаучных понятий (на материале курса физики первой ступени): Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1985.
149. Кулагин П. Г. Межпредметные связи в процессе обучения. – М.: Просвещение, 1981.
150. Клингберг Л. Проблемы теории обучения / Пер. с нем. – М.: Педагогика, 1984.
151. Левина М. М. Межпредметные связи как дидактическое условие формирования у учащихся научных понятий и знаний о методах // Межпредметные связи в процессе преподавания основ наук в средней школе: Тезисы Всесоюзной конференции. Ч.1. – М.: АПН СССР, 1973.
152. Леднев В. С. Содержание образования: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1989.
153. Лейбниц Г. Избранные философские сочинения. – М., 1908.
154. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. 2-е изд. – М.: Политиздат, 1977.
155. Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. 4-е изд. – М.: МГУ, 1981.

156. Лобачевский Н. И. Новые начала геометрии с полной теорией параллельных. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1949, Т.2.

157. Логика. Под ред. Г. А. Левина. – Минск.: Изд-во БГУ им. В. И. Ленина, 1974.

158. Лошкарева Н. А. Межпредметные связи и их роль в формировании знаний и умений школьников: Дис... канд.пед.наук. – М.: 1967.

159. Лошкарева Н. А. Место межпредметных связей в системе дидактических принципов советской педагогики // Межпредметные связи в процессе преподавания основ наук в средней школе: Тезисы Всесоюзной конференции. Ч.1. – М.: АПН СССР, 1973.

160. Люблинская А. А. О преемственности учебной работы в школе // Преемственность в процессе обучения в школе. – М.: ЛГПИ, 1969.

161. Лернер И. Я. Процесс обучения и его закономерности. – М.: Знание, 1980.

162. Макареня А. А., Обухов В. Л. Методология химии. – М.: Просвещение, 1985.

163. Максимова В. Н. Межпредметные связи в учебно-воспитательном процессе современной школы: Учеб.пособие по спецкурсу для студентов пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1987.

164. Максимова В. Н. Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения. – М.: Просвещение, 1984.

165. Максимова В. Н. Сущность и функции межпредметных связей в целостном процессе обучения: Дис... д-ра.пед.наук. – М., 1981.

166. Максимова В. Н., Груздева Н. В. Межпредметные связи в обучении биологии. – М.: Просвещение, 1987.

167. Мамбетокунов Э. М. Система упражнений как средство повышения качества усвоения учащимися физических понятий. Дис... канд.пед.наук. – Ташкент, 1978.

168. Мамбетакунов Э. Формирование физических понятий в VI классе // Некоторые вопросы формирования физико-математических понятий. – Фрунзе: Мектеп, 1978.

169. Мамбетакунов Э. упражнения по уточнению признаков и дифференцировке понятий «сила» и «работа» // Совершенствование процесса обучения физике в средней школе. Вып.5. – Челябинск: ЧГПИ, 1978.

170. Мамбетакунов Э. м. формирование физических понятий в VII классе // Вопросы совершенствования процесса обучения физике и математике в средней школе. Вып.1. – Фрунзе: Мектеп, 1979.

171. Мамбетакунов Э. Формирование кинематических понятий у учащихся VIII классов // Вопросы совершенствования процесса обучения физике и математике. Вып.3. – Фрунзе: Мектеп, 1981.

172. Мамбетакунов Э. типичные ошибки учащихся VIII классов в усвоении динамических понятий // Вопросы совершенствования процесса обучения физике и математике в средней школе. Вып.4. – Фрунзе: Мектеп, 1982.

173. Мамбетакунов Э. Формирование физических понятий у учащихся средней школы. – Фрунзе: Мектеп, 1983.

174. Мамбетакунов Э., Чынгышбаева Г. Межпредметные связи в курсе физики VI-VIII классов. – Фрунзе: Мектеп, 1983.

175. Мамбетакунов Э., Чынгышбаева Г. Межпредметные связи в курсе физики IX-X классов. – Фрунзе: Мектеп, 1985.

176. Мамбетакунов Э. Дидактические функции межпредметных связей в формировании у учащихся научных понятий / Кирг.гос.ун-т. – Фрунзе, 1986.

177. Мамбетакунов Э., Чынгышбаева Г. Реализация межпредметных связей в курсе физики средней школы. – Фрунзе: Мектеп, 1988.

178. Мамбетакунов Э. Комплексный подход к формированию у учащихся научных понятий // Совершенствование процесса формирования научных понятий у учащихся школ и студентов педвузов. Тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции. Ч.1. – Челябинск, 1986.

179. Мамбетакунов Э. Функции межпредметных связей в формировании у учащихся естественнонаучных понятий // Совершенствование процесса обучения физике и подготовки учителей в свете реформы школы / Кирг. гос. ун-т. – Фрунзе, 1987.

180. Мамбетакунов Э. Подготовка студентов к формированию у учащихся естественнонаучных понятий на основе межпредметных связей // Совершенствование преподавания физических и математических дисциплин в педвузах: Тезисы докладов республиканской научно-методической конференции. – Пржевальск, 1987.

181. Мамбетакунов Э. Функции межпредметных связей в систематизации естественнонаучных понятий // Вопросы методологии и методики формирования научных понятий у учащихся школ и студентов вузов: Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции. Ч.П. – Челябинск, 1988.

182. Мамбетакунов Э. Формирование у учащихся межпредметных познавательных умений // Вопросы преподавания математики и физики в условиях реформы школы. – Фрунзе: Мектеп, 1988.

183. Мамбетакунов Э. Организация учебной деятельности учащихся в процессе обучения физике. – Фрунзе: Мектеп, 1989.

184. Мамбетакунов Э. Вопросы формирования у школьников естественнонаучных понятий: Учебно-методическое пособие / Кирг. гос. у-т. – Фрунзе, 1989.

185. Мамбетакунов Э. Функции межпредметных связей в формировании у школьников естественнонаучных понятий: Учебно-методическое пособие / Кирг. гос. ун-т. – Фрунзе, 1989.

186. Мамбетакунов Э. Дидактические основы реализации межпредметных связей в формировании у школьников естественнонаучных понятий: Учебно-методическое пособие. – Фрунзе, 1990.

187. Маркова А. К. Формирование учебной деятельности и развитие личности школьника // Формирование учебной деятельности школьников / Под ред. В. В. Давыдова, И. Ломпшера, А. К. Марковой. – М.: Педагогика, 1982.

188. Маткин В. В. Межпредметные проблемные задачи как средство формирования интереса к творческой деятельности у школьников: Дис... канд. пед. наук. – М., 1977.

189. Межпредметные связи курса физики в средней школе / Под ред. Ю. И. Дика, И. К. Турышева. – М.: Просвещение, 1987.

190. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин: Сб. статей / Под ред. В. Н. Федеровой. М.: Просвещение, 1980.

191. Межпредметные семинары как средство систематизации и обобщения знаний учащихся средней школы: Методические рекомендации / Сост. Карасова И. С. – Челябинск, 1983.

192. Межпредметные связи в преподавании основ наук в школе. Вып. 1. – Челябинск, 1973.

193. Межпредметные связи в преподавании основ наук в средней школе: Межвузовский сб. науч. тр. – Челябинск, 1982.

194. Межпредметные связи в учебно-познавательной деятельности учащихся: Сб. науч. тр. – Тула, 1983.

195. Методические рекомендации по проведению лекций, конференций и семинаров по физике в средней школе / Сост.: Усова А. В., Чачковская Н. С., Кузнецов Э. И. – Челябинск, 1987.

196. Махмутов М. И. Проблемное обучение. – М.: Педагогика, 1975.

197. Махмутов М. И. Современный урок. – М.: Педагогика, 1981.

198. Менчинская Н. А. Мышление в процессе обучения // Исследования мышления в советской психологии. – М.: Наука, 1966.

199. Менчинская Н. А. Психология усвоения понятий // Вопросы психологии обучения. – Изд. АПН РСФСР. – М., 1950.

200. Менчинская Н. А. Проблемы учения и развития: К вопросу о теории учения // Сов. педагогика. – 1979.

201. Меняев А. Ф. Формирование общих приемов мышления у учащихся средней школы (на материале физики 6 класса). Дис... канд. пед. наук. – Дис... канд. пед. наук. – М., 1971.

202. Методика преподавания физики в 6-7 классах средней школы / Под ред. В. П. Орехова, А. В. Усовой. 3-е изд. перераб. – М.: Просвещение, 1976.

203. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы / Под ред. В. П. Орехова и А. В. Усовой. Ч. 1. – М.: Просвещение, 1980.

204. Методика преподавания химии / Под ред. Н. Е. Кузнецовой. – М.: Просвещение, 1984.

205. Методологические вопросы формирования мировоззрения и стиля мышления учащихся при обучении физике: Межвузовский сб. науч. тр. – Л.: ЛГПИ им. А. И. Герцена, 1986.

206. Методологические проблемы развития педагогической науки / Под ред. П. Р. Атутова, М. Н. Скаткина, Я. С. Турбовского. – М.: Педагогика, 1985.

207. Методологические и теоретические проблемы формирования коммунистического мировоззрения школьников / Под ред. Э. И. Моносзона, Р. М. Роговой. – М.: Педагогика, 1984.

208. Милерян Е. А. Психология формирования общетрудовых политехнических умений. – М.: педагогика, 1973.

209. Минचेков Е. Е. Научно-методические основы отбора содержания и структурирования школьного курса химии: Автореф. дис... д-ра пед. наук. – М., 1987.

210. Миньков Р. Д. Формирование понятий об агрегатных состояниях вещества и фазовых переходах у учащихся восьмилетней школы: Дис... канд. пед. наук. – М., 1975.

211. Мирзахмедов В. М. Проблема содержания прикладных вопросов физики в разных типах средних учебных заведений: Автореф. дис... д-ра пед. наук. – М., 1981.

212. Монахова Г. А. Система заданий, обеспечивающая формирование у учащихся физических понятий (на примере разделов «Тепловые явления» в VIII кл. и «Молекулярная физика» в X кл.): Автореф. дис... канд. пед. наук. – Киев, 1989.

213. Морозова Е. А. Формирование диалектико-материалистического мировоззрения учащихся в процессе обучения физике при реализации межпредметных связей: Дис... канд. пед. наук. – М., 1978.

214. Мошанский В. Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – М.: просвещение, 1989.

215. Müller G. Zur Analyse der Gedächtnistätigkeit und des Vorstellungsverlaufes. – Leipzig. 1911-1915, 1-5809.

216. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б. Физика: Учебник для 10 класса средней школы. – М.: Просвещение, 1989.
217. Огородников И. Т. Педагогика. – М.: просвещение, 1963.
218. Олицкий А. А. О деятельностном подходе и его месте в структуре познания // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник, 1985. – М.: Наука, 1986.
219. Основы дидактики / Под ред. Б. П. Есипова. – М.: Просвещение, 1967.
220. Обучение и развитие (экспериментально-педагогическое исследование) / Под ред. Л. В. Занкова. – М.: Педагогика, 1975.
221. Основы методики преподавания физики: Общие вопросы / Под ред. Л. И. Резникова, А. В. Перышкина, П. А. Знаменского. – М.: Просвещение, 1965.
222. Основы методики преподавания физики: Общие вопросы / Под ред. В. Г. Разумовского и др. – М.: Просвещение, 1984.
223. Общая биология: Учебник для 9-10 классов средней школы / Под ред. Ю. И. Полянского. – М.: Просвещение, 1988.
224. Онищук В. А. Урок в современной школе. – М.: Просвещение, 1981.
225. Охитина Л. Т. Психологические основы урока: В помощь учителю. – М.: Просвещение, 1977.
226. Пакулова В. М., Кузнецова В. И. Методика преподавания природоведения: Учеб. для студентов пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1990.
227. Пастухов А. И. Опорные конспекты по курсу «Физика» // Профессионально-техническое образование. – 1988. - № 7-8.
228. Педагогика / Под ред. П. Н. Груздева. – М.: Учпедгиз, 1940.
229. Педагогика / Под ред. И. А. Каирова. – М.: Учпедгиз, 1956.
230. Педагогика. Учеб. пособие для студентов / Под ред. Ю. К. Бабанского. – М.: Просвещение, 1983.
231. Педагогическая энциклопедия. Т.2. – М.: Сов.энц., 1965.
232. Петров Ю. А. Теория познания: научно-практическое значение. – М.: Мысль, 1988.
233. Перспективы развития системы непрерывного образования / Под ред. Б. С. Герщунского. – М.: Педагогика, 1990.

234. Перышкин А. В., Родина Н. А. Физика: Учеб. для 7 кл. сред. шк. 10-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1989.
235. Перышкин А. В., Родина Н. А. Физика: Учеб. для 8 кл. сред. шк. 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1989.
236. Подолский А. И. Организация учебной деятельности школьников при формировании первоначальных физических понятий. Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1985.
237. Попов П. В., Виноградов В. Г. Основные формы движения материи и их соотношение. – М.: Высш. школа, 1967.
238. Половникова Н. А. Воспитание познавательной самостоятельности. – Казань, 1968.
239. Программы средней общеобразовательной школы. Биология. – М.: Просвещение, 1987.
240. Программы средней общеобразовательной школы. География. – М.: Просвещение, 1987.
241. Программы средней общеобразовательной школы. Физика. Астрономия. – М.: Просвещение, 1987.
242. Программы средней общеобразовательной школы. Химия. – М.: Просвещение, 1987.
243. Пурмаль А. П., Слободецкая Е. М., Травин С. О. Как превращаются вещества. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1984. (Библиотека «Квант», вып. 36)
244. Ракитов А. И. Понятие науки и ее структура как объект общей теории науки // Проблемы методологии и логики наук. – Томск, 1965.
245. Развитие биологических понятий в V-IX классах / Под ред. Н. М. Верзилина // Изв. АПН РСФСР. Вып. 82. – М.: АПН РСФСР, 1956.
246. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: Пособие для учителей. – М.: просвещение, 1975.
247. Разумовский В. Г., Хижнякова Л. С. Итоги перехода на новое содержание образования и проблемы дальнейшего совершенствования учебного процесса по физике // Тезисы Всесоюзной конференции по проблеме повышения эффективности

учебно-воспитательного процесса по физике в средней школе. – М.: АПН СССР, 1975.

248. Рачков П. А. Науковедение: Проблемы. Структура. Элементы. – М.: Изд-во МГУ, 1974.

249. Решанова В. И. Развитие логического мышления учащихся при обучении физике. Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1985.

250. Решетников В. И. Формирование приемов мышления у школьников. – Владимир, 1978.

251. Рубинштейн С. Л. Проблемы общей психологии / Отв. ред. Е. В. Шорохова. – М.: Педагогика, 1973.

252. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1960.

253. Савич Т. З. Формирование понятия о химической реакции. – М.: Просвещение, 1978.

254. Самарин Ю. А. Очерки психологии ума. – М.: АПН РСФСР, 1962.

255. Синтез современного научного знания. – М.: Наука, 1973.

256. Скаткин М. Н. Проблемы современной дидактики. 2-е изд. – М.: Педагогика, 1984.

257. Смирнов А. А. Избранные психологические труды: В 2 т. – Т.2. – М.: Педагогика, 1987.

258. Сорокин Н. А. Дидактика. – М.: Просвещение, 1964.

259. Сохор А. М. Логическая структура учебного материала. – М.: Педагогика, 1974.

260. Сохор А. М. Логическая структура учебного материала: Вопросы дидактического анализа / Под ред. М. А. Данилова. – М.: Педагогика, 1974.

261. Спасский Б. И. Вопросы методологии и историзма в курсе физики средней школы: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975.

262. Свитков Л. П. Изучение термодинамики и молекулярной физики: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975.

263. Скаткин М. Н. Образование элементарных понятий в процессе обучения естествознанию // Сов. педагогика. – 1944. - №4.

264. Селенгинский А. Б. Учение об энергии, работе и теплоте в курсе физики средней школы: Дис... канд.пед.наук. – Л., 1955.

265. Семыкин Н. П., Любичанковский В. А. Методологические вопросы в курсе физики средней школы: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1979.

266. Смирнов А. А. Вопросы психологии усвоения понятий школьниками // Сов.педагогика. – 1946. - №8.

267. Совершенствование содержания обучения физике в средней школе / Под ред. В. Г. Зубова, В. Г. Разумовского, Л. С. Хижняковой. – М.: Педагогика, 1978.

268. Совершенствование преподавания физики в средней школе социалистических стран / Под ред. В. Г. Разумовского. – М.: Просвещение, 1985.

269. Совершенствование содержания образования в школе / Под ред. И. Д. Зверева, М. П. Кашина. – М.: Педагогика, 1985.

270. Соколовский Ю. И. Понятие работы и закон сохранения и превращения энергии (научно-методический анализ): Дис... канд.пед.наук. – М.: АПН РСФСР, 1950.

271. Совершенствование форм учебных занятий в средней школе: Межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск, 1986.

272. Современный урок биологии: Пособие для учителя / В. Н. Максимова, Г. Е. Ковалева и др. – М.: Просвещение, 1985.

273. Современный урок: Сборник статей участников совместной экспериментальной работы. – М.: Педагогика, 1971.

274. Современный урок физики в средней школе / Под ред. В. Г. Разумовского, Л. С. Хижняковой. – М.: Просвещение, 1983.

275. Семенюк Э. П. Общенаучные категории как качественно новый тип научных понятий // Вест. Моск. ун-та. Сер. VIII. Философия. – М.: Изд-во МГУ, 1975.

276. Семенюк Э. П. Перерастание важнейших понятий кибернетики в общенаучные категории // Кибернетика и современное научное познание. – М.: Наука, 1976.

277. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Изд-во МГУ, 1975.

278. Тевлин Б. Л. Межпредметные связи в преподавании физики с дисциплинами естественнонаучного цикла в 6-7 классах средней школы: Дис... канд.пед.наук. Челябинск, 1975.

279. Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В. В. Краевского, И. Я. Лернера. – М.: Педагогика, 1983.

280. Терехова О. П. Обобщение мыслительных операций в процессе усвоения учащимися начальных физических понятий: Дис... канд.пед.наук. – М., 1967.

281. Тигранова Л. И. Психологические особенности усвоения существенных признаков понятий (на материале изучения физики в VI-VII классах): Дис... канд.пед.наук. – М.: МГПИ, 1956.

282. Тимирязев К. А. Избранные произведения. – М.: АН СССР, 1948.

283. Тимошенко М. З. Межпредметные связи географии с физикой: Дис... канд.пед.наук. – М., 1969.

284. Ткачев И. Т. Совершенствование процесса обучения естественнонаучным дисциплинам при осуществлении межпредметных связей (физика-биология): Дис... канд.пед.наук. – М., 1975.

285. Турдикулов Э. А. Экологическое образование и воспитание учащихся в процессе обучения физике: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1988.

286. Управление познавательной деятельностью учащихся / Под ред. П. Я. Гальперина, Н. Ф. Талызиной. – М.: Изд-во МГУ, 1972.

287. Усова А. В. Влияние системы самостоятельных работ на формирование у учащихся научных понятий: Дис... д-ра.пед.наук. – М., 1969.

288. Усова А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М.: Педагогика, 1986.

289. Усова А. В., Завьялов В. В. Изучение причин низкой успеваемости учащихся по физике и условий, способствующих ее повышению // Совершенствование процесса обучения физике в средней школе. Вып.1. – Челябинск, 1975.

290. Усова А. В. О статусе принципов дидактики // Принципы обучения в современной педагогической теории и практике: Межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск: ЧГПИ, 1985.

291. Усова А. В., Завьялов В. В. О систематизации знаний учащихся в процессе обучения физике // Физика в школе. – 1976. - №1.

292. Усова А. В. Формирование обобщенных умений // Народное образование. – 1974. - №3.

293. Усова А. В. Сущность, значение и основные направления в осуществлении межпредметных связей // Совершенствование процесса обучения физике в средней школе. Вып. 3. – Челябинск, 1976.

294. Усова А. В., Бобров А. А. Формирование у учащихся учебных умений. - М.:–Знание, 1987.

295. Усова А. В., Бобров А. А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1988.

296. Усова А. В., Завьялов В. В. Формирование у учащихся умений и навыков самостоятельной работы с учебной и дополнительной литературой на разных возрастных этапах обучения в системе учебных предметов // Межпредметные связи в преподавании основ науки в средней школе: Межвузовский сб. науч. тр. – Челябинск, 1982.

297. Ушинский К. Д. Собр. соч. Т.5. – М.: АПН РСФСР, 1985.

298. Усова А. В. Система форм учебных занятий в условиях развивающегося обучения // Совершенствование форм учебных занятий в средней школе: Межвузовский сб. науч. тр. – Челябинск: ЧГПИ, 1986.

299. Усова А. В., Завьялов В. В. Учебные конференции и семинары по физике в средней школе: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975.

300. Федотенко И. Л. Организация познавательной деятельности школьников на межпредметной основе при формировании естественнонаучных понятий // Межпредметные связи в учебно-познавательной деятельности учащихся: Сб. науч. тр. – Тула, 1983.

301. Федосеев П. Н. Идеи В. И. Ленина и методология современной науки // Ленин и современное естествознание. – М.: Наука, 1970.

302. Федорова В. Н., Кирюшкин Д. М. Межпредметные связи. – М.: Педагогика, 1972.

303. Формирование научного мировоззрения учащихся: Совм. Изд. СССР и ЧССР / Под ред. Э. И. Моносзона, Р. Правдика, Р. М. Роговой. – М.: Педагогика, 1985.

304. Философы – педагогам: Формирование научного мировоззрения в процессе преподавания естественных и математических дисциплин в средней школе / Пер. с нем. – М.: Прогресс, 1976.

305. Флешнер Э. А. Психология усвоения и применения школьниками некоторых физических понятий // Психология применения знаний к решению учебных задач. – М.: АПН РСФСР, 1958.

306. Фогарши Бела. Логика / Пер. с нем. – М.: Изд-во ин. лит., 1959.

307. Ходаков Ю. В. Развитие логического мышления на уроках химии. – М.: АПН РСФСР, 1958.

308. Хомутский В. Д. Влияние межпредметных связей физики и математики на формирование у учащихся некоторых научных понятий, умений и навыков: Дис... канд.пед.наук. – Челябинск, 1975.

309. Хомутский В. Д. Межпредметные связи в преподавании основ физики и математики в школе. – Челябинск, 1981.

310. Ходаков Ю. В., Эпштейн Д. А., Глориозов П. А. Неорганическая химия: Учебник для 9 класса средней школы. – М.: Просвещение, 1987.

311. Ходаков Ю. В., Эпштейн Д. А., Глориозов П. А. Неорганическая химия: Учебник для 7-8 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1987.

312. Царев Ю. С. Связь физики с биологией на уроках и факультативных занятиях по физике в средней школе (на материале курса физики второй ступени): Дис... канд.пед.наук. – М., 1972.

313. Цветков Л. А. Преподавание органической химии в средней школе. – М.: Просвещение, 1984.

314. Цветков Л. А. Органическая химия: Учебник для 10 класса средней школы. – М.: Просвещение, 1988.

315. Цетлин В. С. Предупреждение неуспеваемости учащихся. – М.: Знание, 1989.

316. Чайченко Н. Н. Развитие теоретических понятий химии в процессе изучения неметаллов в IX классе: Автореф. Дис... канд.пед.наук. – М., 1974.

317. Черкасов В. А. Дидактические основы построения системы упражнений по кинематике: Дис... канд.пед.наук. – Челябинск, 1974.

318. Чертков И. Н. Методика формирования у учащихся основных химических понятий органической химии. – М.: Просвещение, 1979.

319. Чижевский Е. А. Изучение энергетических понятий в курсе физики средней школы: Дис... канд.пед.наук. – Л., 1971.

320. Чепиков М. Г. Интеграция науки: филос. очерк. 2-е изд, перераб. и доп. – М.: Мысль, 1981.

321. Черкасов В. А. Оптимизация методов и приемов обучения в общеобразовательной средней школе. – Иркутск: Изд-во Иркут.ун-та, 1985.

322. Черкес-заде Н. М. Межпредметные связи как условие совершенствования учебного процесса (при обучении географии и ботаники в 5-м классе): Дис... канд.пед.наук. – М., 1968.

323. Чередов И. М. Формы учебной работы в средней школе: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1988.

324. Черепанов В. С. Экспертные методы в педагогике: Учеб.пособие. – Пермь, 1988.

325. Шаповаленко С. Г. Методика обучения химии. – М.: Педагогика, 1963.

326. Шаталов В. Ф. и др. Опорные конспекты по кинематике и динамике: Кн. для учителя: Из опыта работы. – М., 1989.

327. Шаталов В. Ф. Куда и как исчезли тройки: Из опыта работы школ г. Донецка. – М.: Педагогика, 1980.

328. Шаталов В. Ф. Точка опоры. – М.: Педагогика, 1987.

329. Шамало Т. Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1986.

330. Шамало Т. Н. Эксперимент в процессе формирования понятий кинематики и динамики материальной точки: Дис... канд.пед.наук. – Л., 1973.

331. Шаповаленко С. Г., Глориозов П. А. Методика преподавания химии в семилетней школе. – М.: АПН РСФСР, 1948.

332. Шардаков М. Н. Мышление школьника. – М.: Учпедгиз, 1963.

333. Шелинский Г. И. Изучение основ энергетики химических реакций. – М.: Просвещение, 1974.

334. Шелинский Г. И. Формирование у учащихся важнейших энергетических понятий при изучении химии // Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева. – 1973. - №4.

335. Шодиев Д. Целенаправленное формирование физических представлений и понятий у учащихся начальных классов: Дис... канд.пед.наук. – М.: МОПИ им. Н. К. Крупской, 1970.

336. Шодиев Д. Взаимодействие теории и эксперимента в обучении основам естественных наук в советской общеобразовательной школе: Дис... д-ра.пед.наук. – М., 1987.

337. Шоломинский Д. Н. Педагогические основы формирования физических понятий при изучении физики в школе: Дис... канд.пед.наук. – Махачкала, 1966.

338. Щепотьева Ф. А. Психологические условия формирования понятий у учащихся 6 класса (на материале физики): Дис... канд.пед.наук. – М.: МГПИ, 1949.

339. Шахпоринов М. И. Химия и философия. – М.: Госполитиздат, 1962.

340. Шими́на А. Н. Логико-гносеологические основы процесса формирования понятий в обучении. – М.: Педагогика, 1981.

341. Эббингауз Г. Основы психологии. Т.1. Вып.2. – СПб, 1912.

342. Эйнштейн А. Собр. научн. трудов. Т.IV. – М.: Наука, 1967.

343. Юдин Э. П. Системный подход и принцип деятельности: Методологические проблемы современной науки. – М.: Наука, 1978.

344. Юрченко А. И. К проблеме понимания категории «материя»
// Философские науки. – 1989. – №9.

345. *Akemia és fizika tantárgyak koordinációja egy felmérés tükrében.*
Tamásné Dobos, Györgyné Prikler, Eva Salamon. «Fiz. tan», 1986, 24.
№2 – с.40-42.

346. *Auch das gehört Zur Behandlung von Begriffen und Gesetzen im*
Physikunterricht «Phys. Sch», 1986, 24, №7-8.

347. Pavelzig G. *Dialektik der Entwicklung abjekiver Systeme.* -
Berlin, 1970. – 149 с.

348. Adly philip, Shayer Michael. *Strategies for meta – learning in*
physics. «Phys. Edus», 1988, 23, №2, 97-104.

349. Грабарь М.И., Краснянская К.А. *применение*
математической статистики в педагогических исследованиях:
Непараметрические методы. – М.: педагогика 1977. -136с.

350. Казимек Денек. *Новый подход к оценке знаний студентов //*
современная высшая школа. – 1974. - №4.-с. 139-155.

Содержание

Предисловие ко второму изданию	3
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА I. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ	
§ 1. Система научных знаний и ее основные элементы	10
§ 2. Структура понятий как логико-гносеологической категории	15
§ 3. Диалектика образования и развития понятий в научном и учебном познании	22
ГЛАВА II. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЙ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ	
§ 1. Проблема формирования у учащихся научных понятий в психологии и общей диалектике	35
§ 2. Состояние проблемы формирования у учащихся научных понятий в частных дидактиках	48
§ 3. Анализ качества усвоения учащимися естественнонаучных понятий	58
ГЛАВА III. МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В ФОРМИРОВАНИИ У ШКОЛЬНИКОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ	
§ 1. Состояние проблемы МПС в теории и практике обучения.	81
§ 2. Дидактические функции межпредметных связей в формировании у учащихся средней школы естественнонаучных понятий	97
§ 3. Роль межпредметных связей в формировании умений, необходимых для успешного усвоения учащимися естественнонаучных понятий	139

ГЛАВА IV. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ

§ 1. Состав основополагающих естественнонаучных понятий, в процессе формирования которых реализуются межпредметные связи	155
§ 2. Способы и средства реализации межпредметных связей в формировании естественнонаучных понятий	184
§ 3. Формы учебных занятий, способствующие реализации межпредметных связей в формировании естественнонаучных понятий	208

ГЛАВА V. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

§ 1. Задачи и методика проведения педагогического эксперимента	244
§ 2. Критерии эффективности предлагаемой системы и методика математической обработки результатов эксперимента	264
§ 3. Анализ результатов педагогического эксперимента	269

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	292
-------------------	------------

БИБЛИОГРАФИЯ	298
---------------------	------------

Компьютерная верстка: Таалайбекова Э.

Бумага офсет. Формат 60*84 1/16

Объем 20,5 п.л. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии "Университет" КНУ им. Ж.Баласагына

г. Бишкек, просп. Манаса, 101

тел.: +996 (312) 32 31 91; 32 31 75

**И.АРАБАЕВ атындагы
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.АРАБАЕВА**

**КЫРГЫЗСТАНДЫН КӨРҮНҮКТҮҮ
ПЕДАГОГДОРУНУН ЭМГЕКТЕРИ
ТРУДЫ ВИДНЫХ ПЕДАГОГОВ КЫРГЫЗСТАНА**

*Печатается по решению ученого
совета КГУ им. И.Арабаева*