

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 377.1: 378.1  
ББК Ч 4.486.24/29

## КУРС «ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ» КАК ИНТЕГРИРУЮЩИЙ ФАКТОР НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

М. Г. Гапонцева,  
В. Л. Гапонцев,  
Е. В. Ткаченко,  
В. А. Федоров

Естественно-научная подготовка представляет собой неотъемлемую часть общей культуры человека и является одним из базовых компонентов в содержании профессионального образования. Это объясняет повышенное внимание к ней ученых и практиков, исследующих проблемы непрерывного образования.

Наблюдаемый сегодня информационный «взрыв», обусловленный развитием науки, оборачивается постоянным увеличением объема и содержания материала, изучаемого в курсах математики и естественно-научного цикла в учебных заведениях общего и профессионального образования. Одновременно с этим количество времени, предусмотренное в учебных планах на их изучение, остается прежним, а в некоторых случаях из-за включения новых предметов в другие циклы даже уменьшается. Обостряет ситуацию усложнение структуры естественно-научных дисциплин в целом и каждой в отдельности. Все это является причиной перегрузки учащихся и учителей и приводит к снижению качества обучения.

Таким образом, назрела необходимость совершенствования обучения естественно-научным дисциплинам. Здесь особое значение приобретает отбор содержания учебных дисциплин, так как сейчас его определение с помощью традиционного метода экспертных оценок по разным причинам стало не эф-

фективным. Это, прежде всего, отсутствие практической возможности сформировать независимую группу непредвзятых экспертов. Обычно такие группы состояются из специалистов, каждый из которых заинтересован преимущественно в своем предмете, что неизбежно приводит к переполнению предлагаемого содержания образования из-за роста объемов отдельных дисциплин. Введение в экспертные советы неспециалистов, представляющих интересы широкой общественности, не является выходом из положения, так как они не обладают знаниями, позволяющими сформулировать критерии отбора материала.

В качестве варианта частичного решения перечисленных проблем можно рассматривать формирование системы 12-летнего общего образования. Это, однако, не снимает проблему в целом, а только отодвигает ее, так как развитие науки снова приведет к переполнению учебных дисциплин. Более радикальный вариант реформирования, который предполагает пересмотр содержания обучения в сторону уменьшения его объема, также связан с проблемой формирования объективных критериев отбора содержания.

Представляют интерес принципы построения структурных моделей процесса обучения и определения содержания образования, подробно рассмотренные В. С. Ледневым [1]. Проведенный им анализ допускает дальнейшее развитие такого рода принципов, востребованных в качестве научной основы для создания системы непрерывного образования. Под созданием данной системы подразумевается педагогически организованное целенаправленное движение от ее суммативного состояния, когда разноуровневые учебные заведения представляют собой последовательные, слабо связанные ступени непрерывного образования, к органически целостной структуре, характеризующейся определенными взаимосвязями их компонентов и параметров педагогического процесса.

В частности, представляется целесообразным завершать цикл учебных курсов на каждой стадии процесса обучения специальным интегративным курсом. Это позволяет наиболее естественным образом учесть как процессы дифференциации, так и процессы интеграции в модели непрерывного образования.

Способности учащихся к обучению естественно-научным дисциплинам различны. Невозможно однозначно определить заранее, к какой категории относится конкретный ученик. Поэтому в системе непрерывного образования модель процесса обучения естественно-научным дисциплинам должна предусматривать возможность и выхода из обучения, и его продолжения в избран-

ном направлении. Сделать такой процесс полностью непрерывным затруднительно, его необходимо разбивать на стадии. При этом переход от одной стадии к другой следует производить с помощью дисциплин (интегративных), обобщающих знания, полученные ранее при изучении блоков частных естественно-научных дисциплин (рис. 1).

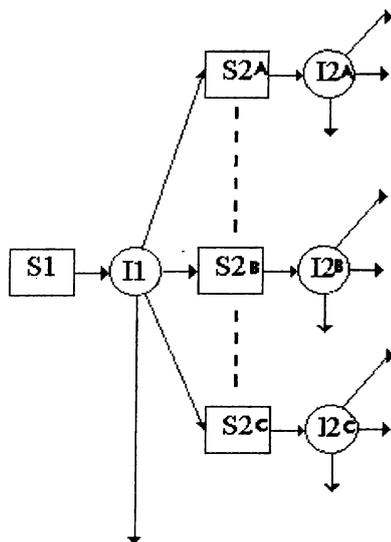


Рис. 1. Принципиальная схема модели процесса непрерывного обучения.

S – блоки частных естественно-научных дисциплин,

I – интегративные дисциплины. 1, 2 – стадии обучения.

Интегративные дисциплины призваны облегчать учащимся осознанный выбор индивидуального маршрута. Они завершают стадии и служат точками разветвления процесса обучения, в которых учащимся необходимо принимать определенное решение относительно выбора дальнейшего пути. Выделение интегративных дисциплин позволяет также разгрузить частные естественно-научные дисциплины от несвойственных им задач и максимально освободить их от излишнего параллелизма. Так, если культуру логического мышления, конкретные умения и навыки разумнее формировать на ограниченном конкретном материале частной дисциплины, то актуализация знаний, напротив, требует использования развитых межпредметных связей и выхода в область практических приложений. Поэтому очевидно, что задача актуализации оптимально соответствует обобщающему интегративному курсу, а ее решение в рамках частных дисциплин не целесообразно.

Данный вывод подтверждает сопоставление задач, решаемых интегративными и частными естественно-научными дисциплинами. К основным задачам частных дисциплин относятся:

- определение минимально необходимого на данной стадии обучения набора конкретной информации;
- формирование конкретных навыков и умений, требуемых для активного владения этой информацией;
- развитие на ограниченном конкретном материале логических и эвристических способностей.

Основными задачами интегративных дисциплин являются:

- актуализация знаний в целом;
- формирование общей картины мира на доступном для данного этапа обучения уровне и понимания места в ней отдельных дисциплин;
- формирование умения осознанно пересекать междисциплинарные границы.

Видно, что интегративные дисциплины и блоки частных дисциплин имеют различные, но взаимодополняющие задачи. Использование такого рода распределения задач позволяет эффективнее организовать процесс обучения в целом.

Для реализации представленной модели непрерывной естественно-научной подготовки необходимо сформировать подходы к определению содержания интегративной дисциплины «Естествознание». Исходя из задач интегративного курса и его места в системе непрерывного естественно-научного образования, примем, что ему необходимо соответствовать следующим требованиям:

- давать общую естественно-научную картину мира и пояснять место, занимаемое в ней каждой отдельной дисциплиной;
- служить введением, облегчающим переход к следующей ступени изучения естественно-научных дисциплин и помогать осуществлять обучающимся осознанный выбор образовательной траектории;
- быть необходимым каждому из учащихся, независимо от его наклонностей и выбора им последующей образовательной траектории;
- опираться на материал, изложенный в частных естественно-научных и математических курсах;

- быть небольшим по содержанию и времени, отводимому для него в учебных планах, по сравнению с общим объемом математики и естественно-научных дисциплин и не подменять эти дисциплины.

Чтобы установить структурообразующие положения интегративного курса «Естествознание», необходимо провести анализ структуры области научного знания, подобный проделанному в монографии [1], принимая при этом следующие дополнительные ограничения: сузим область анализируемых наук, исключив из нее философию и прикладные науки; вместо областей, изображающих на плоскости математику, физику, химию, биологию и т. д., содержание которых не уточняется, рассмотрим то же изображение, придавая ему другой смысл.

Каждую область представим как множество понятий, существенных для данной конкретной науки. Это ограничивает область применения получаемых выводов, так как содержание понятия «физика» не сводится к множеству существенных понятий физики (оно включает также методы, модели, законы, принципы, связи понятий, явления и т. д.), но зато выводы, которые можно получить, носят более конкретный и содержательный характер.

В монографии [1] при анализе структуры детерминантов образования был принят метод сечений области научных знаний по ограниченному набору признаков (рис. 2). При этом науки были разделены на формальные и содержательные, общие и частные, прикладные и фундаментальные. В соответствии с принятым делением к ядру области научных знаний отнесены дисциплины одновременно содержательные, частные и фундаментальные. Это физика, химия, биология и другие науки, которые традиционно принято относить к предметной области «Естествознание». Дополнительно В. С. Леднев, вслед за Энгельсом, делит эти науки на рассматривающие объект в вещественно-энергетическом отношении и рассматривающие кибернетическую организацию вещества. Такая схема деления предполагает четкое разграничение областей различных наук и отсутствие областей, являющихся их пересечением. Это не вполне адекватно отражает реальную картину. Кроме того, исследование интегративных связей между различными дисциплинами основано, прежде всего, на области их пересечений. Тем более такие пересечения необходимо учитывать при построении интегративной дисциплины «Естествознание».



Рис. 2. Схема деления области научных знаний (по монографии В.С. Леднева)

В связи с этим нами для исследования реальной структуры области научных знаний используется метод пересечения множеств понятий, относящихся к различным областям научного знания. Он фактически развивает метод сечений. Это становится ясным, если принять во внимание, что каждое понятие характеризуется своим содержанием, то есть набором своих признаков [8]. В результате множество понятий, традиционно относимых к существенным понятиям данной области знаний, определяет эту область знаний всей суммой своих признаков, а не только некоторыми произвольно выбранными, как в методе сечений. Естественным образом при этом возникают пересечения областей научных знаний, и выявляется подлинная, а не априорно заданная структура области научных знаний. Рассматривая пересечения множеств понятий, мы строим сечения, учитывающие целые наборы существенных признаков, и получаем более гибкий инструмент анализа, чем применяемый ранее.

Множества понятий, составляющих основу отдельных дисциплин, условно изображены на рис. 3а. Для простоты на рисунке приведена условная схема пересечения множеств понятий, относящихся к трем традиционным научным дисциплинам: математике, физике, биологии. Следует иметь в виду, что в реальности при анализе необходимо учитывать и другие научные дисциплины, такие, как логика, психология, химия и др. Действительно, поскольку объектом исследования является реальная структура области научных знаний, непоследовательно будет отбрасывать при ее изучении дисциплины только на основе их традиционной группировки. Система пересечений множеств, соответствующих отдельным дисциплинам, задает структуру полного множества

понятий естественно-научных дисциплин. Эта структура является естественной внутренней структурой совокупности дисциплин и ее необходимо учитывать при построении эффективной системы непрерывного образования. Такой подход впервые предложен в работе [2] и развит в работе [3].

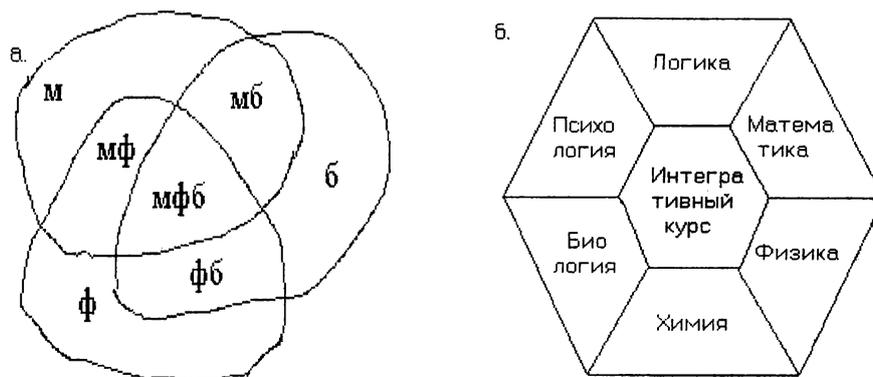


Рис. 3. а) Схема пересечения множеств понятий М – математики, Ф – физики, Б – биологии и других, не показанных на схеме; б) Структура дисциплин расширенной естественно-научной области, порождаемая структурой множества понятий лежащих в их основе.

Существует немало понятий, которые относятся только к одной области. Например, понятие «арифметическая прогрессия» существенно для построения математики. Разумеется, оно используется и в физике, и в биологии, но его удаление из них не приведет эти дисциплины к радикальной перестройке. Аналогично, понятие «масса», существенное при построении физики, не определяет построение математики и не является существенным в биологии, а понятие «многоклеточный организм» имеет существенное значение для биологии, но не для математики и физики. Имеются понятия, принадлежащие к областям попарных пересечений множеств. «Точка» – математика и физика, «энергия» – физика и биология и другие. Наконец, существуют понятия необходимые при построении этих трех и всех остальных естественно-научных дисциплин. Например, «функция», «система», «тело», «пространство», «индивид», «множество», «устойчивость», «вероятность», «явление», «преобразование», «симметрия», «равновесие», «феномен», «существование» и другие.

Ясно, что общие положения, на которых создается интегративный курс, должны использовать понятия, находящиеся в ядре, образованном пересечени-

ем всех множеств существенных понятий отдельных дисциплин (рис. 3а). Но понятия, входящие в ядро, составляют слишком большую и неопределенную группу. Среди них общие индуктивные понятия – «феномен», «явление». Это понятия эмпирические, их отличает привычность и легкость восприятия, так как они обобщают наши непосредственные ощущения. Из классической логики известно, что такие понятия имеют большой объем и малое содержание. Относительная бессодержательность этих понятий делает их бесполезными при построении интегративного курса. Использование в качестве структурообразующих чисто индуктивных понятий приводит к формальному объединению различных дисциплин, не имеющему полезного содержания. Примером такого формального подхода является комплект программ дисциплины «Естествознание» версии 1992 г. [13]. Там, в качестве интегрирующего предлагалось понятие «феномен». Мы же стремимся избежать формального объединения, мешающего решению поставленных задач.

Примером полярного подхода является построение учебников по математике для школы, написанных академиком А. Н. Колмогоровым [12]. В них в качестве базовых понятий взяты первичные дедуктивные понятия теории множеств, лежащей в основе всей математики. На первый взгляд представляется, что использовать в качестве структурообразующих те первичные дедуктивные понятия, которые являются общими для разных дисциплин, наиболее целесообразно. Они лежат в основе планомерно разворачивающихся дедуктивных (аксиоматических) систем. Но при более близком рассмотрении видно, что, как правило, первичные дедуктивные понятия не наглядны и мало привычны, а строгие логические построения с большим трудом воспринимаются подавляющим большинством людей. Действительно, практика показала непригодность для школы учебников А. Н. Колмогорова, так как они предъявляют нерационально завышенные требования к логическим способностям учащихся.

Синтетические понятия, такие как «атом», «элемент» имеют большое содержание и большой объем, но не являются наглядными. Их содержание раскрывается постепенно в процессе обучения, что естественно, так как оно является итогом достижений науки. Очевидно, общие синтетические понятия нельзя закладывать как базисные в построение процесса обучения, они могут лишь завершать определенные крупные этапы.

В качестве структурообразующих нами выбраны те общие для различных дисциплин первичные дедуктивные понятия, которые одновременно яв-

ляются общими индуктивными понятиями. Это позволяет выстраивать изложение материала с опорой на их наглядность, но в соответствии с дедуктивным построением научных дисциплин. Круг таких понятий – уже ядра множества понятий (области мфб на рис. 3а). Выделив их и существенно связанные с ними методы и модели, можно получить основу интегративного курса, отвечающего заданным требованиям.

Структура множества понятий, представленная на рис. 3а, порождает сходную структуру предметной области: состоящей из ядра – интегративного курса и периферии – блока частных дисциплин (рис. 3б), что позволяет более эффективно организовать традиционное деление процесса обучения на этапы (рис. 1) с использованием интегративных курсов. При этом последние опираются на материал предшествующего блока частных дисциплин, обобщают его и служат введением в изложение тех же дисциплин на более высоком уровне. При завершении определенного этапа учащийся может прервать обучение, получив максимально полное общее представление о содержании образования, соответствующее уровню данного этапа. В случае принятия решения о продолжении обучения обобщающий интегративный курс способствует оптимальной ориентации учащегося при выборе дальнейшего образовательного маршрута.

Таким образом, речь идет о введении системы интегративных курсов (рис. 1), базирующихся на одних и тех же структурообразующих понятиях и имеющих однотипное построение. Различие между этими курсами – в уровне строгости и полноты изложения. Предлагаемая система интегративных курсов может обеспечить единство образовательного пространства, как в смысле «сквозного среза» этого пространства, так и в его «поперечных сечениях» (здесь термины «сквозной срез» и «поперечное сечение» образования употреблены в том смысле, которым их наделяет В. С. Леднев).

Возможность создания такой системы курсов для расширенной предметной области – математика и естественно-научные дисциплины – базируется на специфике логического статуса выделяемых структурообразующих понятий. Их индуктивный характер позволяет опираться на наглядность при конструировании интегративных курсов первых этапов. А их статус как первичных дедуктивных понятий позволяет строить изложение, исходя из строгих дедуктивных схем, что особенно важно при конструировании интегративных курсов поздних стадий обучения. Такой циклический повтор изложения с постепен-

ным увеличением уровня строгости способствует закреплению знаний и естественному формированию современных научных представлений.

В качестве базовых структурообразующих понятий дисциплин математического и естественно-научного циклов предлагается взять следующие: *преобразование, инвариант, симметрия; движение, устойчивость, эволюция*. Они являются общими индуктивными и одновременно первичными дедуктивными. Их смысл всеми воспринимается на основе житейского опыта, так как каждый из нас многократно сталкивался с ситуациями, в которых проявлялись различные виды симметрии, различные формы устойчивости и эволюции и т. п. Глубокую укорененность представлений о различных формах симметрии в общественном сознании иллюстрирует, например, материал книги академика Б. А. Рыбакова «Язычество древних славян» [4]. В ней описаны характерные орнаменты, которыми покрывались на протяжении тысячелетий ритуальные сосуды и статуэтки. Поражает устойчивость вида этих узоров: они в неизменной форме встречаются на древнейшей керамике каменного века и на вышивках народной одежды, в резьбе по дереву в деревнях Русского Севера начала двадцатого века. Эта устойчивая повторяемость связана, в первую очередь, с тем, что в основе орнаментов и узоров лежат четыре основных метрических типа симметрии: зеркальная, центральная, поворотная и трансляционная

С другой стороны, эти же понятия являются первичными дедуктивными понятиями аксиоматических систем математических и естественно-научных дисциплин. Известно, что в соответствии с идеями Эрлангенской программы (1872 г.) Феликса Клейна в основу разделов математики можно положить конкретные виды симметрии. Строение математики в целом опирается на принцип обобщенной симметрии, идея которой в популярной форме изложена Германом Вейлем [5]. Обобщенная симметрия возникает всякий раз, когда из группы преобразований некоторого объекта выделяется одна или несколько подгрупп. Группа преобразований задается перечнем инвариантов – признаков, характеризующих объект и не меняющихся при всех преобразованиях, относящихся к данной группе. Подгруппа имеет дополнительные инварианты, кроме тех, которыми определена группа. Каждая подгруппа сама может распадаться на ряд новых подгрупп. В результате образуется иерархическая система симметрий (рис. 4). Конкретное содержание схемы иерархии симметрий определяется областью ее приложения.

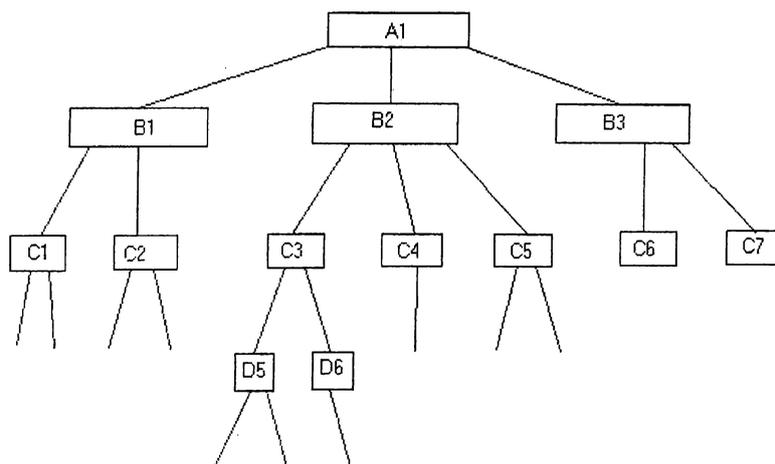


Рис.4. Иерархия симметрий.

A1, B1, B2, B3, C1, C2 ... списки инвариантов, определяющих соответствующие группы преобразований.

Любая система ориентации строится по этому принципу. Например, систематический каталог библиотеки: A1 – вся номенклатура каталога, B1 – техническая литература, B2 – художественная литература, C3 – русская литература, D5 – произведения Пушкина и т. д.

В математике A1 может означать группу непрерывных деформаций, сохраняющих топологические окрестности элементов множества. B2 – подгруппу преобразований подобия, сохраняющих углы, отношения соответственных сторон и т. д. C3 – подгруппу движений – преобразований, сохраняющих расстояния между двумя любыми точками. D6 – подгруппу вращений относительно заданной прямой на углы, кратные, например, тридцати градусам и т. д.

Выделение подгрупп может продолжаться до тех пор, пока не придем к тождественному преобразованию, список его инвариантов максимально полный, так как оно оставляет неизменными все объекты и отношения.

Иерархия обобщенных симметрий выглядит достаточно тривиально, но ее тривиальность является обратной стороной ее универсальности, которая приводит к неизбежности использования принципа обобщенной симметрии во всех областях знаний. Наполнение конкретным содержанием понятия «группа преобразований» делает применение идеи обобщенной симметрии конструктивным.

В физике известна схема деления области знаний, которая описана Е. Вигнером [6]. Она имеет вид пирамиды, в основании которой лежат явления природы, в средней части – законы природы, а у вершины – принципы симметрии. Вигнер отмечает, что принципы симметрии наделяют структурой область законов природы, так же как законы природы наделяют структурой область явлений природы. Более детальный анализ этой идеи показывает, что в основе деления Вигнера лежит использование принципа обобщенной симметрии в качестве общего принципа методологии науки. Конструктивность такого подхода обнаруживается немедленно, так как его построение позволяет разделить принципы симметрии в физике на классические, приводящие к известным законам сохранения, и динамические, управляющие структурой фундаментальных взаимодействий.

Устойчивость структурных уровней вещества связана с инвариантностью топологических характеристик фазовых портретов систем частиц относительно преобразований уравнений при наложении слабых взаимодействий. Это пример реализации понятия обобщенной симметрии в физике. Относительная устойчивость атомов и молекул как раз и является частным случаем проявления устойчивости динамических систем микрочастиц. На следующем этапе эти свойства устойчивости приводят к инвариантности химических пропорций относительно изменения числа циклов элементарных химических реакций, что придает смысл понятию «уравнение химической реакции» [11]. Биология использует идею обобщенной симметрии так же через понятия динамической устойчивости организма и окружающей его среды, динамической устойчивости популяций и биоценозов и, наконец, устойчивости видов в процессе эволюции.

Общность подходов во всех перечисленных областях опирается на лежащие в их основе принципы симметрии, понимаемой в обобщенном смысле. Это позволяет раскрыть единство методов и моделей, лежащих в основе целостной естественно-научной картины мира.

Аргументы в пользу применения представлений обобщенной симметрии как структурообразующего элемента учебной дисциплины «Естествознание» дают исследования основателя Женевской школы психологии Ж. Пиаже [7]. Он считает, что формирование сознания происходит в форме нарушения и восстановления равновесия между моделью окружающего мира в сознании человека и действительностью. При этом постепенно выстраивается иерархиче-

ская система отношений классов, являющаяся основой упорядоченного восприятия действительности. Формирование этой иерархической структуры, лежащей в основе работы сознания, исследовалась Пиаже эмпирически [7].

Центральной идеей в исследованиях Пиаже является идея равновесия психики и окружения. Понятие числа, законы логики, представление об инвариантности дискретных и непрерывных величин формируются у ребенка в ходе последовательных нарушений и восстановлений состояния равновесия. В доступных работах Пиаже не дает формального определения понятию равновесия. Тем не менее, из них можно попытаться извлечь адекватную интерпретацию. В ее основу положим иерархическую систему обобщенных симметрий (рис. 4), играющую роль дерева ориентаций, упорядочивающего картину окружающего мира. Оно строится на основе нашего взаимодействия с окружающей средой. В равновесии сформировавшееся древо ориентаций не меняется, при нарушении равновесия оно усложняет свою структуру, после чего равновесие восстанавливается.

Именно эти связи выделенных структурообразующих понятий с основами ряда теорий психологии и структурами индивидуального и общественного сознания делают желательным введение в расширенную предметную область, которую должен обслуживать интегративный курс «Естествознание», некоторых элементов научной дисциплины «Психология». Сходные соображения могут быть приведены по отношению к дисциплине «Логика». Действительно, основа классической логики – это принцип обобщения (абстрагирования) индуктивных понятий, а он, по сути, одна из форм проявления обобщенной симметрии. По этим соображениям эти дисциплины фигурируют в блоке частных дисциплин расширенной естественно-научной области (рис. 3б).

Таким образом, идеи симметрии, устойчивости и эволюции, как их нарушения и последующего восстановления при усложнении структуры, лежат в основе математики и всех естественно-научных дисциплин. Построение дисциплины «Естествознание» на основе данных понятий, принятых в качестве структурообразующих, не только возможно, но и уже реализовано в ряде сертифицированных программ (Учебная программа «Естествознание» для учащихся 10–11 классов. Сертификат соответствия № 0917, серия ОП, выдан Министерством образования Свердловской области 24.02.99 г.; Образовательная программа повышения квалификации учителей учреждений среднего образования «Естествознание». Сертификат соответствия № 0388, серия НМП, выдан

Министерством образования Свердловской области 24.02.99 г.; Программа учебной дисциплины «Основные концепции естествознания» для специальности 030543 «Профессионально педагогические технологии». Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1998 г).

Опыт преподавания дисциплины «Естествознание» (в старших классах школы и на специальностях педагогического профиля в вузе) подтверждает эффективность изложенных принципов ее построения. Система непрерывного естественно-научного образования на основе предлагаемых интегративных курсов, используемых в качестве узлов этой системы, нуждается в дальнейшей апробации. Но представляется, что логика развития науки и образования приводит к возможности подобной структуры содержания обучения.

В тексте настоящей статьи использованы логические и математические термины, не отражающие педагогической специфики. Это вызвано необходимостью решения конкретной задачи в предметных областях «Математика» и «Естествознание». Ниже их определения даны в популярной форме.

Индуктивное понятие – то, что мыслится об объектах окружающего мира. Характеризуется объемом и содержанием [8], часто носит название – «эмпирическое понятие». Общие понятия получаются из частных при отбрасывании из содержания последних некоторого количества характеризующих их признаков.

Аксиоматическая (дедуктивная) система – логическая конструкция, опирающаяся на набор первичных дедуктивных понятий, аксиом (базис) и принятые правила вывода [9]. Вторичные дедуктивные понятия конструируются из первичных, в соответствии с принципом сокращения описания.

Синтетические понятия – образуются при помощи чередования индуктивных и дедуктивных логических конструкций. К этой категории относится большинство понятий естествознания: температура, теплота, энтропия, материальная точка, волна, атом...

Преобразование – взаимно однозначное отображение множества на себя [10].

Группа преобразований – набор преобразований, характеризуемый определенным перечнем инвариантов [5]. Строгое определение этих понятий строится на основе понятия «групповой операции» – преобразования, которое при многократном применении порождает объекты, относящиеся к одной и той же категории.

Подгруппа – часть группы преобразований, сама образующая группу, характерный список инвариантов которой дополнен новыми инвариантами по сравнению со списком, характеризующим исходную группу [5].

Обобщенная симметрия – процедура выделения одной или нескольких подгрупп из некоторой группы [5]. Иерархия симметрий – структура, образующаяся при последовательном распадении групп преобразований на подгруппы. Дерево ориентирования – графическое изображение иерархии симметрий.

Приведенные термины не отражают педагогической специфики. Они возникают из-за необходимости решения конкретной задачи в предметных областях «математика» и «естественно-научные дисциплины». Их определения даны в популярной форме, так как адресованы не специалистам.

#### *Литература*

1. Леднев В. С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. М.: Высш. шк., 1991. – 224 с.
2. 3-я Российская научно-практическая конференция (в рамках 3-го Российско-американского семинара по проблемам образования), 16–17 мая 1995 г., Екатеринбург / Тезисы, ч. I: Принципы разработки учебных программ общеобразовательных дисциплин. С. Н. Конев, В. А. Гапонцев. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1995. С. 20–22.
3. Международная научно-практическая конференция «Глобальное образование: педагогический поиск, находки, перспективы», 4–5 февраля 1999 г., Санкт-Петербург / Тезисы: Значение для дисциплины «Естествознание» двойственности характера центрального понятия «Симметрия». В. А. Гапонцев, М. Г. Гапонцева. СПб.: Изд-во Спринг, 1999.
4. Рыбаков Б. А. Язычество древних славян. М.: Наука, 1981. – 606 с.
5. Вейль Г. Симметрия. М.: Наука. 1968. – 191 с.
6. Вигнер Е. Этюды о симметрии. М.: Мир, 1971. – 318 с.
7. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М.: Международная педагогическая академия, 1994. – 680 с.
8. Челпанов Г. И. Учебник логики. М.: Прогресс, 1994. – 331 с.
9. Яглом И. М. Математические структуры и математическое моделирование. М.: Наука, 1980. – 227 с.
10. Шварц Л. Анализ. Т. 1. М.: Мир, 1972. – 824 с.