

**МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
“ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ 10 -11” В СИСТЕМЕ
НЕПРЕРЫВНОГО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ**

Научно-технический прогресс естественным образом приводит к непрерывному увеличению содержания предметов школьного естественнонаучного цикла. При этом количество часов, отводимых на обучение, остается прежним или даже уменьшается из-за появления новых предметов в других образовательных циклах. Результатом этого является перегрузка учащихся и снижение качества обучения.

Еще сильнее обостряет ситуацию усложнение структуры цикла естественнонаучных дисциплин. Ориентироваться в возрастающем объеме разнородной информации становится все труднее, что часто оборачивается отторжением предметов естественнонаучного профиля учащимися школ. Это одна из причин падения конкурса при поступлении на технические специальности вузов. Сказываются также определенные издержки демократизации общества в целом и школы в частности. Дело в том, что обучение невозможно без определенного напряжения и без преодоления неизбежного сопротивления, особенно на первых этапах. Очевидные успехи советской школы связаны, в какой-то мере, с легкостью организации в прошлом административного давления на учащихся, родителей и учителей.

Перечисленные противоречия имеют разную природу и глубину, но все они подталкивают к осознанию необходимости реформирования обучения, в особенности точным дисциплинам.

Общая причина заключается том, что прежде, в условиях относительного избытка учебного времени, стихийность определения содержания и структуры обучения не играли столь негативной роли. Сейчас изменившаяся ситуация требует их

построения не только на основе традиционного метода экспертных оценок. Это связано и с тем, что сформировать независимую и незаинтересованную группу экспертов по вопросам образования практически невозможно. Обычно такие группы состоят из специалистов, каждый из которых заинтересован преимущественно в своем предмете, что приводит к неизбежному переполнению предлагаемого содержания образования. 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.

Предлагаются различные варианты преодоления перечисленных проблем. Один из них, связанный с переходом к 12-летнему обучению, на наш взгляд, позволит лишь уменьшить их остроту, но не решает вопрос радикально, так как научно-технический прогресс продолжает увеличивать общий объем знаний. Другой, более радикальный, вариант предлагает пересмотр содержания образования в сторону уменьшения его объема. Этот вариант подразумевает постановку вопроса о формировании объективных критериев отбора содержания образования и соответствии их задачам обучения. Поэтому решение возникающих проблем должно исходить, на наш взгляд, только из определенной модели образовательного процесса, учитывающей потребности общества, возможности и интересы обучаемых и внутреннюю структуру изучаемого материала. Такая модель (рис.1) может быть сформулирована в самых общих чертах, но ее явная формулировка уже допускает открытость критике и возможность корректировки.

Попытаемся применить общие соображения, высказанные выше, в конкретной области - области естественнонаучного образования при переходе от школы к вузу.

Обществом востребуются и разного уровня специалисты, владеющие естественнонаучными знаниями, и "неспециалисты", имеющие лишь общее представление о

современной науке, достаточное для перехода, при необходимости, к углубленному изучению. Способности учащихся к обучению точным дисциплинам различны, и если одни могут рассчитывать лишь на общее знакомство, то другие требуют более глубокого обучения. Невозможно однозначно сказать заранее, к какой категории относится конкретный ученик. Отсюда следует, что модель процесса обучения естественнонаучным дисциплинам должна предусматривать возможности как выхода из обучения, так и его продолжения. Организовать подобный процесс полностью непрерывно невозможно, поэтому его необходимо разбивать на определенные стадии. Осуществлять переход от одной стадии к другой целесообразно с помощью специальных дисциплин, обобщающих и интегрирующих знания, полученные ранее в рамках частных естественнонаучных дисциплин.

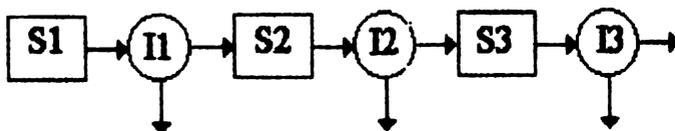


Рис. 1. Принципиальная схема модели процесса непрерывного обучения:

S - блоки частных естественнонаучных дисциплин, I - интегративные дисциплины; 1, 2, 3 - стадии обучения

Это должно облегчить учащимся осознанный выбор дальнейшего индивидуального образовательного маршрута. Выделение интегративных дисциплин разгружает частные дисциплины от несвойственных им задач. В настоящее время преподаватель каждого отдельного предмета вынужден в рамках школьной программы заниматься актуализацией знаний в самом широком смысле. Эта задача отнимает время, необходимое для отработки нуж-

ных в данном предмете навыков и умений. Она также входит в противоречие с задачей развития общих навыков логического мышления, поскольку навыки логического мышления, а тем более конкретные навыки и умения, разумнее формировать на определенном и ограниченном конкретном материале частной дисциплины; актуализация знаний, напротив, требует использования развитых межпредметных связей и выходов в область практических приложений. Ясно, что последняя задача оптимально соответствует обобщающему интегративному курсу и ее решение не может не вызывать затруднений при попытках реализации в рамках частных дисциплин.

Задачами отдельных естественнонаучных дисциплин являются:

- развитие логических и эвристических способностей, формирование минимального набора конкретного содержания образования, востребованного на данной стадии обучения;

- развитие конкретных навыков и умений, необходимых для активного овладения этим содержанием.

Задачи интегративных дисциплин, организующих связку различных стадий обучения, заключаются в следующем:

- в актуализации знаний в широком смысле;
- создании цельной картины мира на доступном для данной стадии уровне;
- формировании понимания места каждой отдельной дисциплины в общей системе знаний;
- выработке умения самостоятельно пересекать междисциплинарные границы.

Построение частных естественнонаучных дисциплин, включая математику, не следует радикально менять, как и число часов, отводимых на их изучение. Возможно, достаточно лишь сократить их содержание в определенной степени, поскольку часть задач с них снимается. Но этот вопрос требует особого рассмотрения и не затраги-

вается в данной работе. Здесь мы предполагаем более подробно остановиться на вопросах: каким должен быть интегративный курс и как его следует конструировать?

Имея в виду задачи интегративного курса и его место в системе непрерывного естественнонаучного образования, будем считать, что такой курс должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть небольшим по содержанию и количеству часов в сравнении с общим объемом математики и естественнонаучных дисциплин;
- быть необходимым каждому из учащихся, независимо от его наклонностей и выбора дальнейшего пути в жизни;
- опираться на материал, изложенный ранее в частных естественнонаучных и математических курсах;
-
- не подменять эти дисциплины;
- давать общую естественнонаучную картину мира и пояснять место в ней отдельных предметов;
- служить введением в следующий цикл естественнонаучных дисциплин и помочь учащемуся осуществить осознанный выбор дальнейшего пути.

Для конкретизации понятий интегративного курса “Естествознание” рассмотрим множества понятий, на которые опираются отдельные дисциплины. Эти множества условно изображены на рис.2. Их пересечения определяют структуру множества понятий естественнонаучных дисциплин. Эта структура должна быть учтена при построении эффективной системы непрерывного естественнонаучного образования. Такой подход был предложен при создании учебных программ для обучения в вузе [1].

При построении пересечения множеств учтено, что имеются понятия, относящиеся к какой-то одной, конкретной, области знаний. Например, понятие “арифметическая прогрессия” существенно определяет построение математики.

его удаление не приведет эти дисциплины к радикальной перестройке.

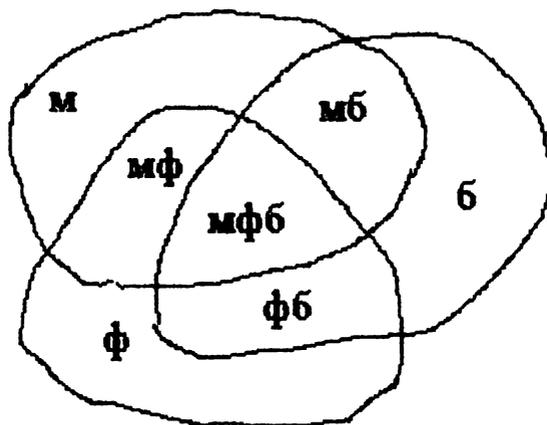


Рис.2. Условная схема пересечения множеств понятий математики (м), физики (ф), биологии (б)

Аналогично понятие “масса”, базовое при построении физики, не имеет места в математике и не является существенным в биологии, а понятие “многоклеточный организм” имеет важное значение для биологии, но не для математики и физики.

Мы знаем немало понятий, которые принадлежат к областям попарных пересечений множеств, например, “точка” - из области математики и физики, “энергия” - физики и биологии, и другие.

Наконец, существуют понятия, необходимые при построении всех естественнонаучных дисциплин. Например, “функция”, “система”, “тело”, “пространство”, “индивид”, “множество”, “устойчивость”, “вероятность”, “явление”, “преобразование”, “симметрия”, “равновесие”, “феномен”, “существование” и многие другие.

Очевидно, что материал, используемый для построения интегративного курса, должен опираться на понятия, относящиеся к ядру множества понятий отдельных дисциплин. Но понятия, входящие в это ядро, составляют слишком большую и неопределенную группу. Среди них имеются общие индуктивные понятия - “феномен”, “явление” и др. Это понятия эмпирические, их отличает большая наглядность, так как они обобщают непосредственно наши ощущения. Но из классической логики известно, что такие понятия имеют большой объем и низкое содержание. Их относительная бессодержательность делает их бесполезными при построении интегративного курса.

Синтетические понятия, например “атом”, “энтропия” и др., имеют большое содержание и большой объем, но являются крайне не наглядными, так как их содержание раскрывается опосредованно как итог всех достижений науки. Эти понятия нельзя закладывать в построение процесса обучения, они могут быть лишь его итогом. Представление о рациональности использования в качестве базовых структурообразующих понятий общих для всех дисциплин первичных дедуктивных понятий каждой из этих дисциплин, лежащих в основе планомерно развертывающихся дедуктивных (аксиоматических) систем, также неверно. Как правило, первичные дедуктивные понятия не наглядны, и, что еще важнее, строгие логические построения с огромным трудом воспринимаются подавляющим большинством людей.

На наш взгляд, выход - в использовании только тех первичных дедуктивных понятий, которые являются общими первичными понятиями для различных дисциплин и одновременно являются общими индуктивными понятиями. Это позволяет излагать материал с опорой на их наглядность и в то же время придерживаться рациональных планов дедуктивного построения точных дисциплин. Круг понятий, входящих в ядро множества понятий и

одновременно являющихся общими индуктивными и первичными дедуктивными, существенно уже самого ядра. Выделив такие понятия и связывая с ними методы, принципы и модели, опирающиеся непосредственно на них, мы можем сформировать интегративный курс, отвечающий заданным требованиям. При этом оказывается, что структура множества понятий (вид его разбиения на подмножества) задает структуру процесса обучения. Во-первых, выделение интегративных курсов, опирающихся на материал из предшествующих блоков частных дисциплин и служащих введением в изложение тех же дисциплин на более высоком уровне, предполагает разбиение процесса обучения на стадии (см. рис.1). Во-вторых, на каждой отдельной стадии процесс изучения блока частных дисциплин целесообразно проводить в направлении от ядра множества понятий к его периферии (см. рис.2).

Мы считаем возможным в качестве базовых структурообразующих понятий дисциплин естественнонаучного цикла взять следующие: "преобразование", "инвариант" (неизменный), "симметрия", "движение", "равновесие", "устойчивость". Эти понятия являются общими индуктивными. Все мы без труда понимаем их смысл на основе житейского опыта, так как многократно сталкивались с ситуациями, в которых проявлялись различные виды симметрии, те или иные формы устойчивости и ее нарушения и т.п. Глубокую укорененность, например, представления о различных формах симметрии иллюстрирует материал из книги академика Б.А.Рыбакова "Язычество древних славян"[2]. В ней описаны характерные орнаменты, которыми покрывались на протяжении тысячелетий ритуальные сосуды и статуэтки. Поразительна устойчивость этих узоров: они почти неизменными встречаются на древнейшей керамике каменного века и на вышивках народной одежды, резьбе на прялках, найденных в деревнях русского севера в начале двадцатого века. Эта повторяемость обусловлена, прежде всего, тем, что в основе орнаментов

и узоров лежат главные геометрические типы симметрии: зеркальная, центральная, поворотная и трансляционная.

С другой стороны, эти же понятия являются первичными дедуктивными понятиями аксиоматических систем математических и естественнонаучных дисциплин. Известно, что в основе разделов математики лежат те или иные конкретные виды симметрии, а строение математики, в соответствии с идеями Феликса Клейна, изложенными им в Эрлангенской программе (1872), управляется обобщенной симметрией.

В физике симметрия пространства и времени выражаются в форме законов сохранения и принципов инвариантности, составляющих фундамент данной науки. В химию симметрия входит, в первую очередь, в виде относительной устойчивости атомов и молекул. Следующим звеном здесь закономерно выступает инвариантность химических пропорций относительно числа элементарных химических реакций. Она придает понятию “химическая реакция” строгий смысл, а без этого понятия невозможно построить химию. В биологии симметрия тесно связана с понятием устойчивости в широком смысле: динамической устойчивости организма и окружающей его среды, динамической устойчивости популяций и биоценозов и, наконец, устойчивости видов и эволюции в целом. Проявляющаяся во всех этих областях знания общность подходов опирается на лежащие в их фундаменте соображения симметрии (симметрии в обобщенном смысле), и именно это позволяет дать целостную картину мира.

Дополнительные аргументы в пользу применения представлений об обобщенной симметрии как структурообразующего элемента учебной дисциплины “Естествознание” дают исследования основателя женеваской школы психологии Жана Пиаже [4]. Он показывает, что становление сознания происходит в форме нарушения и восстановления равновесия между субъектом и объектом, при котором постепенно выстраивается иерархическая система отноше-

ний классификации и сериации, являющаяся основой упорядочения восприятия действительности. Эта иерархическая структура, лежащая в основе работы сознания, исследовалась Пиаже эмпирически. Он показал, что для ее адекватного описания необходимо использовать обобщенное представление о симметрии, основанное на идеях Феликса Клейна. Наличие обобщенной симметрии означает, что имеется группа преобразований, заданная своим набором инвариантов (неизменных объектов, их свойств и отношений), из которой выделяется подгруппа, характеризующая своим, более широким, набором инвариантов [3]. Заметим, что соотношение между “числом” преобразований группы и “числом” инвариантов, ее характеризующих, такое же, как и между объемом и содержанием индуктивного понятия. Это означает, что в основе процедуры абстрагирования, на которой построена классическая логика, лежит идея обобщенной симметрии. Так как логика и психика строятся в соответствии с идеей симметрии, то ее нельзя игнорировать при создании интегративной учебной дисциплины “Естествознание”.

Структура курса определяется его базовыми понятиями. Он состоит из следующих разделов: “Логика” и “Симметрия”, в которых формируется понятийный аппарат курса; “Математика”, “Физика”, “Астрофизика”, “Химия”, “Физико-химическая кинетика”, “Эволюция в биологических и социальных системах”, в которых объект изучения постепенно усложняется, но при этом рассматривается с единых позиций, с опорой на понятия “симметрия” и “устойчивость”. Завершает курс раздел “Симметрия и ее нарушение - основа формирования сознания”, апеллирующий к работам психологов - Пиаже [4], Келли [5] и математиков - Пуанкаре [6], Адамар [7]. Курс имеет кольцевую структуру: в его последнем разделе рассматриваются вопросы, связанные с формированием логического мышления и соотношением логики и мифоло-

гии в научной картине мира, что возвращает нас к первым разделам на новом уровне.

Изложение курса строится по плану дедуктивных дисциплин, но в индуктивном ключе. Это позволяет строить компактное изложение вопросов современной науки, не перегружая его техническими подробностями и строгими доказательствами, а выбирая наиболее психологически убедительные примеры, замещающие доказательство. Право на такой подход обосновано тем, что курс не призван заменить традиционные дисциплины школьной программы. Его назначение в том, чтобы сложить из них целостную картину усложнившегося мира.

Построение курса позволяет излагать его на любом уровне доступности, в зависимости от подготовленности слушателей.

Дополнительная цель, которую помогает реализовать курс - это переход от стиля изложения, принятого в школе, к стилю, принятому в высших учебных заведениях. Необходимость ее постановки вытекает из неумения большинства старшеклассников составлять конспект и работать с ним.

Подробнее ознакомиться с содержанием курса можно, используя источники [8 - 10].

По нашему представлению, предлагаемый курс "Естествознание 10 - 11" является необходимым узловым звеном в цепочке непрерывного естественнонаучного образования на этапе, завершающем обучение в школе.

Литература

1. Гапонцев В.Л., Конев С.Н. Принципы разработки учебных программ общеобразовательных дисциплин // Инновационные формы и технологии в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании. Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед. ун-та, 1995. С.20.

2. Рыбаков Б.А. Язычество древних славян. М.: Наука, 1981.
3. Вейль Г. Симметрия. М.: Наука, 1968.
4. Пиаже Ж. Избранные психологические труды //Междунар. пед. акад. М., 1994.
5. Козлова И.Н. Личность как система конструкторов: Некоторые вопросы психологической теории Дж. Келли //Системные исследования: Сб. тр.: Ежегодник, 1975. М.: Наука, 1976.
6. Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, 1976.
7. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М.: Сов. радио, 1970.
8. Гапонцева М.Г. Актуальность создания интегративного курса “Естествознание 10-11” //Инновационные технологии в педагогике и на производстве: Тез. 5-й науч.-практ. конф. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос.проф.-пед. ун-та, 1999.
9. Гапонцева М.Г. Симметрия - структурообразующее базовое понятие курса “Естествознание 10-11” //Там же.
10. Гапонцев В.Л., Гапонцева М.Г. “Естествознание”: Учеб. прогр. для учащихся 10-11 кл. Екатеринбург, 1999.