DOI: 10.17117/na.2016.03.02.113

<http://ucom.ru/doc/na.2016.03.02.113.pdf>

Поступила (Received): 16.03.2016

Далингер В.А. Математизация естественнонаучных дисциплин – основа их интеграции

Dalinger V.A. Matematization of natural-science disciplines – the basis of their integration

В статье рассматривается одна из актуальнейших в настоящее время проблем – интеграция математики и естественнонаучных дисциплин, раскрываются уровни интеграции (уровень целостности, уровень дидактического синтеза, уровень межпредметных связей), описывается сущность интеграции математики и естественнонаучных дисциплин на уровне межпредметных связей: реализация межпредметных связей на уровне знаний (язык науки, теория, прикладная часть) и на уровне видов деятельности

Ключевые слова: интеграция, математика, естественнонаучные дисциплины, межпредметные связи

In article one of the problems most urgent now – integration of mathematics and natural-science disciplines is considered, integration levels (integrity level, level of didactic synthesis, level of intersubject communications) reveal, the essence of integration of mathematics and naturally scientific disciplines at the level of intersubject communications is described: realization of intersubject communications at the level of knowledge (science language, the theory, applied part) and at the level of kinds of activity

Key words: integration, mathematics, natural-science disciplines, intersubject communications

Далингер Виктор Алексеевич

Доктор педагогических наук, профессор,
заведующий кафедрой

Омский государственный педагогический
университет

г. Омск, набережная Тухачевского, 14

Dalinger Viktor Alekseevich

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Head of
Department

Omsk state pedagogical university

Omsk, Tukhachevsky Embankment, 14

К концу XIX века начинается процесс интеграции науки, который по отношению к дифференциации постепенно становится доминирующим.

Понятие «интеграция» понимают как процесс развития, связанный с объединением в целое ранее разрозненных частей и элементов.

Период начальной стадии интеграции наук повлиял и на установление интегративных связей между элементами системы содержания образования.

Первыми в отечественной педагогике заговорили об интеграции исследователи Г.И. Батурина, С.Я. Баев и Н.Н. Петухов.

Понятие «интеграция» в системе образования выступает в двух значениях: во-первых, это создание у обучающегося целостного представления об окружающем мире (здесь интеграция рассматривается как цель обучения, то

есть на уровень знаний); во-вторых, это нахождение общей платформы сближения предметных знаний (здесь интеграция – средство обучения, то есть интеграция на уровне видов деятельности).

В структуре интеграции важное место занимают уровни её реализации. М.Н. Берулава [3] предлагает такие уровни интеграции.

Первым и высшим уровнем интеграции содержания образования является уровень целостности, завершающийся формированием новой учебной дисциплины, носящей интегративный характер и имеющий собственный предмет изучения.

Вторым уровнем интеграции содержания образования является уровень дидактического синтеза. Интеграция учебных предметов на данном уровне осуществляется постоянно.

Дидактический синтез характеризует не только содержательную интеграцию учебных предметов, но и определяемый её процессуальный синтез. Основным интегрирующим фактором на данном уровне является общий объект изучения.

Третьим уровнем интеграции является уровень межпредметных связей. Интеграция осуществляется как на уровне знаний, так и на уровне видов деятельности.

Важную роль в интеграции имеет выбор основ интеграции, которые будут играть системообразующую роль.

В.С. Безрукова отмечает: «Определение системообразующего фактора интеграции – это нахождение основания для объединения. Системообразующий фактор – это идея, явление, понятие или предмет, способные: объединить в целостное единство компоненты системы; целенаправить их; стимулировать целостное деятельностное проявление; сохранить при этом определённую и необходимую степень свободы компонентов; обеспечить саморегуляцию новой системы, её саморазвитие» [2, с. 60].

Системообразующая роль математики обоснована происходящим интегративным процессом математизации различных наук, как естественнонаучных, так и гуманитарных.

Математизация научного знания объединяет всевозможные пути и формы применения методов и средств математики для изучения объектов других наук.

Системообразующая роль математики проявляется через реализацию межпредметных связей, которая осуществляется через решение межпредметных задач.

Межпредметная задача – «это задача, условие и требования которой содержат компоненты основного и смежного (смежных) предметов, а решение и анализ способствуют более глубокому и полному раскрытию объёма и содержания понятий, определяющих связь между данными предметами» [6, с. 11].

Приведём пример межпредметной задачи.

Задача. Сыроделы считают, что при равном объеме, сыры шаровой формы лучше сохраняют свои вкусовые качества, чем сыры формы цилиндра, формы параллелепипеда. Почему?

Вкусовые качества меняются в результате испарения, а возможно и окисления. Из курсов физики и химии известно, что процессы испарения и окисления зависят от площади поверхности тела.

Путём необходимых расчётов приходим к выводу, что вкусовые качества сыра шарообразной формы сохраняются лучше, чем сыров другой формы, так как при одинаковых объёмах площадь поверхности шара наименьшая.

Согласно новым Федеральным государственным образовательным стандартам интеграция математики и естественнонаучных дисциплин предполагает формирование межпредметных понятий. Обстоятельный разговор об этом читатель найдёт в наших работах [4, 5] и в работе [7].

В работе [7] отмечается, что под межпредметными понятиями будем понимать понятия, которые: 1) обозначены одним и тем же термином в различных предметах; 2) имеют одинаковые значения и смысл.

Под понятиями, подчинёнными межпредметному понятию, авторы понимают понятия, у которых: 1) часть термина одинакова в различных учебных предметах; 2) имеют общие свойства; 3) имеют специфичные свойства.

Мы к межпредметным понятиям относим те, которые: формируют научное мировоззрение; значительно чаще других понятий служат средством изучения различных вопросов в различных учебных дисциплинах; активно работают на протяжении большого промежутка времени; способствуют наиболее полной реализации межпредметных связей; имеют прикладную и практическую направленность.

Перейдём к рассмотрению вопроса о межпредметных связях математики и естественнонаучных дисциплин (физика, химия, биология).

Между математикой и физикой существует три рода связей:

а) физика ставит задачи, решение которых приводит к появлению в математике новых идей и методов, а они в свою очередь становятся базой для развития математической теории;

б) применение математической теории с её идеями и аппаратом для изучения и анализа физических явлений приводит к созданию новой физической теории;

в) физическая теория опирается на имеющийся математический аппарат, но последний развивается по мере его использования в физике; происходит параллельное развитие физики и математики.

Математический аппарат необходим физике, прежде всего, как язык для описания физических явлений, как один из методов физического исследования.

М.В. Ломоносов отмечал: «...физик без математики слеп».

А. Эйнштейн писал: «Одна из наиболее важных характерных черт современной физики состоит в том, что выводы, сделанные из исходных идей, имеют не только качественный, но и количественный характер. Чтобы сделать количественные выводы мы должны использовать математический язык... И если мы хотим сделать выводы, которые можно сравнить с результатом эксперимента, нам необходима математика как орудие исследования» [8, с. 376 – 377].

Так, например, язык дифференциального и интегрального исчисления открывает большие возможности для более строгого определения ряда

физических величин, записи физических законов; точная запись второго закона Ньютона и закона электромагнитной индукции; ЭДС индукции, возникающей в рамке, вращающейся в магнитном поле; рассмотрение видов равновесия тел не только с позиций действия сил, но и с энергетической точки зрения.

Идеи теории симметрии позволяют в молекулярной физике рассмотреть на основе более общих научных положений строение молекул кристаллов, в оптике – изучить построение изображений в плоских зеркалах, в физике атомного ядра ознакомить учащихся с проявлением симметрии свойств электронных частиц.

Приведём примеры задач, реализующих межпредметные связи математики и физики на уровне языка науки математики.

Пример 1. Язык геометрических преобразований, в частности векторное исчисление, используется в курсе физики для иллюстрации третьего закона Ньютона по отношению, например, к таким парам тел: книга и стол, на котором она лежит; атомное ядро и обращающийся вокруг него электрон.

Пример 2. Язык дифференциального и интегрального исчислений используется для трактовки понятий в теме «Гармонические колебания» в курсе физики 11 класса.

Приведём примеры межпредметных связей математики и физики, реализуемые посредством теории.

Пример 1. В курсе физики для записи основного уравнения, описывающего свободные электромагнитные колебания в контуре, используется понятие производной.

Пример 2. При изучении в курсе физики понятия угловой скорости используется математическое понятие – поворот вокруг точки.

Приведём пример межпредметной связи математики и физики, реализуемой посредством прикладной части.

Пример. В курсе физики возможно решение ряда задач на основе координатного метода, изученного учащимися в курсе геометрии. Рассмотрим для иллюстрации такую задачу: «Груз массой m падает с некоторой высоты на подставку, опирающуюся на пружину, которая закреплена в углублении так, что подставка находится на одном уровне с землёй. Падение груза вызывает колебательное движение пружины: она сначала сжимается, а потом распрямляется, подбрасывая груз таким образом, что он поднимается над подставкой. Определить на какой высоте от уровня земли это произойдёт, если масса подставки – m_1 , жёсткость пружины – k , её деформация – абсолютно упругая, а сопротивление воздуха не учитывается».

Эта задача решена в нашей работе [5].

Приведем примеры межпредметной связи математики и физики, реализуемой на уровне вида деятельности.

Пример 1. В курсе математики учащихся обучают умению составлять задачи по заданному уравнению. Аналогичный вид деятельности – составление задач, может быть организован и в курсе физики, тем самым между математикой и физикой будет реализована межпредметная связь на уровне видов деятельности. Так, например, учащимся 8-ого класса в теме «Тепловые явления»

может быть предложено такое задание: «Составьте задачу на определение количества теплоты по графику, изображенному на рисунке и решите её».

Пример 2. Межпредметная связь между математикой и физикой на уровне видов деятельности может быть реализована посредством методов научного познания, что дидактически эквивалентно методам обучения.

Методы обучения обусловлены как спецификой учебного курса, так и используемыми в науке методами исследования. В науках математика и физика используются такие специальные методы исследования как наблюдение, сравнение, аналогия, индукция, дедукция, анализ, синтез, обобщение, конкретизация, абстрагирование, специализация, моделирование.

В отличие от физики, химия не способствовала развитию новых областей математики, а односторонне заимствовала уже готовые, ранее разработанные разделы математики. Следовательно, можно утверждать, что математика «действует» на химию, и это есть математизация химической науки.

Так как химические процессы протекают во времени, для их математического описания можно ввести независимую переменную – время и тем самым получить возможность описывать химические явления в виде дифференциальных уравнений. Такие разделы математики, как методы линейной алгебры, теория дифференциальных уравнений, вариационное исчисление и т. д. используются для решения задач термодинамики неравновесных процессов. Теория конечных множеств, теория графов вошли в основу метода расчётов термодинамических параметров органических реакций.

Появление нового понятия – «математическая химия» – связано с широким использованием математического моделирования химии, а особенно в химической технологии, в которой главным образом работают методы решения системы линейных и нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных для описания температурного распределения, теплопереноса, диффузии, кристаллизации и т. д.

Перейдем к рассмотрению примеров реализации межпредметных связей математики и биологии.

Пример 1. Закон Менделя о наследственности. Учение Ч. Дарвина о происхождении видов имело один недостаток – в дарвиновской теории нет ясности в вопросе о том, как осуществляется накопление в потомстве тех или иных изменений.

В основе разрешения противоречия лежит вероятностная закономерность, которую установил Г. Мендель. Фактически построив вероятностную математическую модель, Мендель теоретически раскрыл фундаментальные закономерности наследственной передачи признаков.

Модель, которой воспользовался Мендель, хорошо известна в математике – это цепи Маркова, которые имеют множество других практических применений [1].

Пример 2. Единицей громкости служит «бел». Тихий шелест листьев оценивается в 1 бел, громкая разговорная речь – в 6,5 бела, рычание льва – 8,7 бела. Отсюда следует, что по силе звука разговорная речь превышает шелест листьев в $10^{6,5-1} = 10^{5,5} \approx 316000$ раз. Львиное рычание сильнее громкого разговора

примерно в 158 раз. Шум, громкость которого больше 8 бел, признается вредным для человеческого организма.

Пример 3. В 1931 г. Александр Браун опубликовал исследование «Сравнительное изучение расположения чешуек еловых шишек как введение в общее исследование расположения листьев».

Расположение листьев – это филлотаксис.

Стебель растения растет прямо вверх (принцип вертикальности), в то время как листья (обычно) образуют восходящую спираль.

А. Браун показал, что «вращение» листьев происходит у разных видов растений с разной скоростью. У тюльпана и гладиолуса листья растут то слева, то справа. Таким образом, от листка к листку происходит «поворот» на $1/2$ оборота. Говорят, что филлотаксис равен $1/2$. У трав с трехгранным стеблем полный оборот приходится на 3 листа, то есть поворот листьев происходит на угол равный $1/3 \cdot 360^\circ = 120^\circ$; филлотаксис равен $1/3$. У листьев растений семейства розоцветных (роза, малина, слива) – 5 следующих один за другим листьев поворачиваются вокруг стебля на 2 оборота. Вращение составляет $2/5 \cdot 360^\circ$. У многих видов капусты (семейство крестоцветных), львиного зева, подорожника 8 листьев приходится на каждые 3 оборота (филлотаксис равен $3/8$). У одуванчика, картофеля филлотаксис равен $5/17$. У ели, сосны, лиственницы филлотаксис равен $8/21$.

Видим, что филлотаксис принимает значения $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \dots$ – последовательность чисел числителей и последовательность чисел знаменателей представляют собой последовательность чисел Фибоначчи.

Возможной формой интеграции в процессе обучения выступают интегрированные уроки и интегрированные элективные курсы. Интегрированные уроки и элективные курсы призваны углубить знания учащихся, расширить их кругозор, привить интерес к изучаемым предметам, углубить межпредметные связи, ликвидировать раздробленность представлений человека об окружающем мире.

К определению интегрированного урока нет однозначного подхода. Одни ученые считают интегрированным уроком – урок изучения взаимосвязанного материала двух или нескольких предметов, которые проводят два преподавателя, а другие считают, что интегрированный урок определяется тем кругом задач, которые возможно выполнить только благодаря интеграции.

Из самого названия такого типа урока «интегрированный» следует, что особенность такого урока исходит из процесса интеграции.

Интегрированный урок несёт в себе методологическую функцию, обеспечивает целостность и единство при изучении многообразия окружающего мира.

Список используемых источников:

1. Андреев В.Н., Иоффе А.Я Эти замечательные цепи. М.: Знание, 1987. 176 с.
2. Безрукова В.С. Интеграционные процессы в педагогической теории и практике: монография. Екатеринбург: Север, 1994. 152 с.
3. Борулава М.Н. Интеграция содержания образования. М.: Педагогика, 1993. 172 с.

4. Далингер В.А. Межпредметные связи математики и химии в педагогическом вузе // *Естественнонаучное образование в реализации идей гуманистической педагогики*. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2001. С. 94-113.
5. Далингер В.А. Межпредметные связи математики и физики. Омск: Изд-во ОИУУ, 1991. 95 с.
6. Новиков П.Н. Задачи с межпредметным содержанием в средних профессионально-технических училищах // *Методическое пособие для преподавателей средних ПТУ*. Минск: Высшая школа, 1987. 147 с.
7. Подходова Н.С., Кожокаръ О.А., Фефилова Е.Ф. Реализация ФГОС ОО: Новые решения в обучении математике. Архангельск: КИРА, 2014. 255 с.
8. Эйнштейн А. Собрание сочинений. Т. IV. М.: Наука, 1967. 372 с.

© 2016, Далингер В.А.

Математизация естественнонаучных дисциплин –
основа их интеграции

© 2016, Dalinger V.A.

Matematization of natural-science disciplines – the
basis of their integration