

Литература

1. Балл Г. А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
2. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической психологии. – М.: Педагогика, 1989. – 191 с.
3. Зимняя И. А. Педагогическая психология: Учеб. для вузов. – 2-е изд. доп., испр. и перераб. – М.: Логос, 1999. – 384 с.
4. Зимняя И. А. Психология обучения иностранным языкам в школе. – М.: Просвещение, 1991. – 222 с.
5. Лихачев Б. Т. Педагогика: Учеб. пособие для студентов пед. учеб. заведений и слушателей ИПК и ФПК. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 1999. – 523 с.
6. Машбиц Е. И. Психологические основы управления учебной деятельностью. – Киев, 1987. – 176 с.
7. Миньяр-Белоручев Р. К. Методика обучения французскому языку: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1990. – 224 с.
8. Пассов Е. И. Основы коммуникативной методики обучения иноязычному общению. – М.: Рус. яз., 1989. – 276 с.
9. Педагогика: Учеб. пособие для студентов пед. вузов и пед. колледжей / Под ред. П. И. Пидкасистого. – М.: Рос. пед. агентство, 1998. – 637 с.
10. Примерные программы по иностранным языкам // Иностр. языки в шк. – 2005. – № 5. – С. 2–33.

М. Г. Мишакина

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТАРШЕКЛАСНИКОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

В статье рассмотрены особенности формирования межпредметных компетенций старшеклассников посредством моделирования естественнонаучных задач и осмысления методологической функции математических моделей в естественнонаучном познании.

The publication tackles upon the peculiarities of forming interdisciplinary competencies of high-school students through the modeling of natural science problems and understanding of the methodological function of mathematical models in natural-science cognition.

Тенденции развития системы образования как в мире, так и в нашей стране связаны с потребностью общества в гуманитаризации образования, его ориентации на всестороннее развитие личности учащихся в соответствии с нравственными нормами, выработанными человечеством, мировоззренческими установками и связанными с ними идеалами и принципами научного познания. В качестве од-

ного из результатов современного образования в педагогической литературе рассматривается иерархия общеобразовательных компетенций – совокупность знаний разной степени обобщения, соответствующих им умений и способов деятельности учащихся, их мотивации и ценностных образовательных смыслов [4].

Непосредственными предпосылками возникновения компетентного подхода к обучению являются основные направления в развитии науки. Современная структура научного исследования, представляющего собой синтез знаний об объекте с выбираемой исследователем процедурой воздействия на объект и ценностными установками данного выбора [3], соответствует структуре общеобразовательной компетенции. Кроме того, сущность компетентного подхода в образовании адекватна состоянию современной науки – приоритет отдается решению практических задач, основанному на актуализации знаний из разных предметных сфер. Таким образом, необходимость реализовать компетентный подход при обучении старшеклассников естественнонаучным дисциплинам исторически обусловлена процессом развития науки и общества. Ответ на вопрос «как это сделать» должен быть найден с учетом возраста учащихся и педагогической целесообразности – не разрушать, а прививать новое.

Школьное образование является стартовым с точки зрения профессионального самоопределения личности, и, как правило, в педагогической литературе рассматривают проблему реализации компетентного подхода в профильных классах (Т. В. Альникова, Е. В. Доманский, А. Ф. Присяжная, О. Е. Лебедев и др.). Однако существуют и непрофильные классы, в отношении которых возникают проблемы поиска минимального ядра учебного содержания и его структуры, описания операционального аспекта реализации компетентного подхода.

Традиционно считается, что приоритетом школьного образования является формирование ключевых компетенций. В действительности в процессе обучения формируются все виды компетенций – ключевые, межпредметные и предметные. Необходимо констатировать недостаточную в педагогической литературе разработанность представлений о формировании межпредметных компетенций в сфере естественнонаучных предметов, в частности в непрофильных классах. Исправить положение можно, выделив единую систему общеобразовательных компетенций, соответствующих школьному образованию в области естественнонаучных дисциплин, которые, с одной стороны, будут иметь свои особенности в каждом конкретном предмете, а с другой – определять механизмы их межпредметной интеграции.

Вследствие того что естественнонаучные предметы являются педагогически опосредованной проекцией соответствующих наук, а в процессе формирования естественнонаучных теорий возникает проблема разработки адекватных им математических теорий, интегративным элементом знания в естественнонаучном обучении выступают математические модели, позволяющие осознать идею подобия различных естественнонаучных процессов. При этом освоение методологической

функции математических моделей в естественнонаучном познании сопряжено с постижением учащимися смыслов эмпирических и теоретических понятий, соответствующих различным историческим эпохам и культурам.

В каждом типе культуры обнаруживается система мировоззренческих универсалий, в которой можно выделить категории, фиксирующие общие характеристики объектов, преобразуемых в деятельности: «пространство», «время», «движение», «вещь», «свойство», «отношение», «количество», «качество», «причинность», «случайность», «необходимость» и т. д. Понятийно-логический способ постижения мира является результатом философского анализа смыслов универсалий культуры посредством смыслообразов, метафор, аналогий и разного уровня обобщений, что приводит к их упрощению и схематизации [3]. Поэтому методы познания мира в каждой культуре отражают лежащее в ее основе мировоззрение. Разные культуры порождают различные методы познания одного и того же объекта, и изучение его в историческом развитии представляет собой постепенное разворачивание культурно-исторических смыслов эмпирических и теоретических понятий. В предметной плоскости многоаспектность рассмотрения объекта обеспечивается изучением объективной реальности в разных предметных срезах. Можно сказать, что общая задача обучения учащихся естественнонаучным дисциплинам заключается в формировании представления о целостности через многоаспектность; при этом передаются не только знания, но и процедуры познания и язык описания, способ мышления, мировоззрение.

Категория «смысл» применительно к учебной деятельности трактуется с учетом трех аспектов: логико-семантического – как содержание знакового выражения, структурно-предметного – как система связей элементов структуры, личностного – как субъективно устанавливаемые и личностно переживаемые связи в процессе обучения [2]. В нашем случае структурно-предметный аспект выражается в осознании учащимися подобия реальных процессов, устанавливаемого с помощью математических моделей. Однако традиционно соотношение математической записи естественнонаучного закона и соответствующей ей формальной математической модели представляет для учащихся трудность. Возникает ситуация изолированности знаний, которая фиксируется как несформированность ключевых и межпредметных компетенций в данной образовательной сфере. Изменить эту ситуацию возможно при обучении с опорой на схематические вспомогательные графические модели. Решение различных естественнонаучных задач с помощью одной и той же схематической графической модели позволяет осознать связь естественнонаучных законов с конкретной математической моделью и уяснить смысл математической модели, заключающийся в обобщении естественнонаучных и математических интерпретаций. При этом сама идея подобия и понятие математической модели являются методологическими компонентами знания. В результате проецирования с помощью наглядного образа знаниевых и операциональных компонентов, соответствующих теоретическим естественнонаучным схемам, на знаниевые и операциональные компоненты,

соответствующие математическим структурам, при осуществлении контролируемой смысловой регуляции деятельности возникают когнитивные структуры, адекватные структурам компетенций.

Рассмотрим в качестве примера использование графической модели при работе с понятием «производная» на уроках физики (рис. 1).

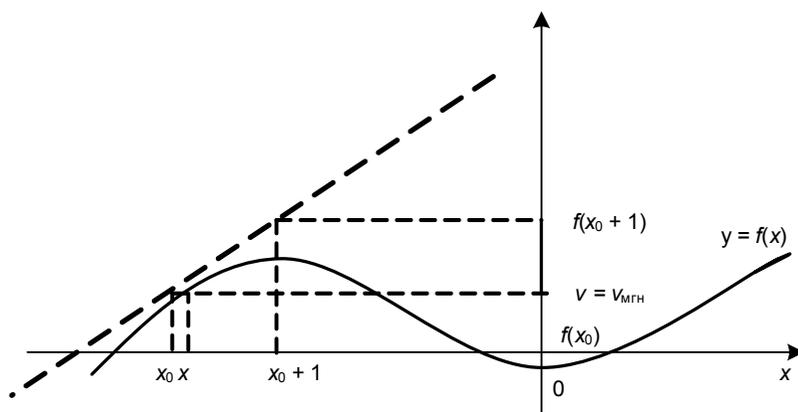


Рис. 1. Графическая модель понятия «производная»

Данная модель позволяет не только находить значение производной в конкретной точке (рис. 2), но и получать в координатной плоскости след графика производной функции, откладывая от каждой точки оси O_x перпендикулярно ей отрезки, длины которых численно равны производной исходной функции в этих точках. Это дает возможность иллюстрировать правила и формулы дифференцирования, что обеспечивает осознанность усвоения физических интерпретаций формальных математических моделей, особенно актуальную в непрофильных классах.

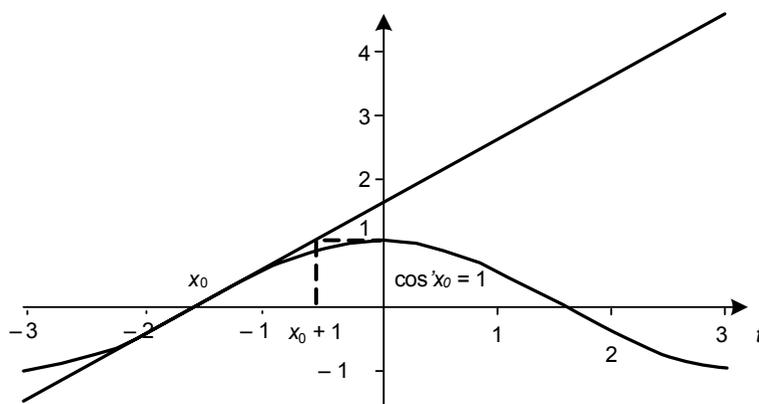


Рис. 2. Вычисление значения производной в точке x_0 как длины отрезка $f(x_0 + 1) - f(x_0)$

Учащиеся получают опыт чтения и построения графиков функций в их взаимосвязи «основная функция → ее производная». И это обеспечивает адекватный выбор формальной модели при решении задач. Например, при изучении темы «Колебательный контур», можно схематично описать процессы, происходящие в колебательном контуре:

Начало четверти периода

$$t = \frac{1}{4}T$$

$$q = \max$$

$$I = 0$$

$$W_{\text{эл. поля}} = \max$$

$$W_{\text{магн. поля}} = 0$$

$$t = \frac{1}{2}T$$

$$q = 0$$

$$-I = \max$$

$$W_{\text{эл. поля}} = 0$$

$$W_{\text{магн. поля}} = \max$$

$$t = \frac{3}{4}T$$

$$-q = \max$$

$$I = 0$$

$$W_{\text{эл. поля}} = \max$$

$$W_{\text{магн. поля}} = 0$$

$$t = \frac{4}{4}T$$

$$q = 0$$

$$I = \max$$

$$W_{\text{эл. поля}} = 0$$

$$W_{\text{магн. поля}} = \max$$

Конец четверти периода

$$t = \frac{1}{4}T$$

$$q = 0$$

$$-I = 0$$

$$W_{\text{эл. поля}} = 0$$

$$W_{\text{магн. поля}} = \max$$

$$t = \frac{1}{2}T$$

$$-q = \max$$

$$-I = 0$$

$$W_{\text{эл. поля}} = \max$$

$$W_{\text{магн. поля}} = 0$$

$$t = \frac{3}{4}T$$

$$q = 0$$

$$I = \max$$

$$W_{\text{эл. поля}} = 0$$

$$W_{\text{магн. поля}} = \max$$

$$t = \frac{4}{4}T$$

$$q = \max$$

$$I = 0$$

$$W_{\text{эл. поля}} = \max$$

$$W_{\text{магн. поля}} = 0$$

Используя эти данные, построим графики колебаний тока и заряда (рис. 3, 4; чтобы представить графики в электронном виде, мы приняли значения $\pm Q_m, \pm I_m$ за ± 1).

На графиках показано, что заряд конденсатора и сила тока в катушке изменяются по гармоническому закону, а между колебаниями заряда на обкладках конденсатора и силой тока в цепи имеется разность фаз $\pi/2$. Благо-

даря опыту чтения графиков и сформированной в сознании связи между графиками функций $y = \cos x$ и $y = \sin x$ с позиции производной (показатель сформированности межпредметной наглядно-модельной компетенции) учащиеся выдвигают гипотезу о том, что связь между зарядом и силой тока основана на этом понятии (показатель сформированности ключевой прогностической компетенции). Остается это проверить формально. Учащиеся формулируют задачу нахождения производной q' (ключевая исследовательская компетенция) и выполняют эту операцию (межпредметная алгоритмическая компетенция), суть которой им понятна благодаря графической модели производной: $i = q' = (q_m \cos \omega t)' = -\omega Q_m \sin \omega t = I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = -I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$.

Осознание школьниками всех видов деятельности в единой системе позволяет говорить о сформированности у них ключевой методологической компетенции.

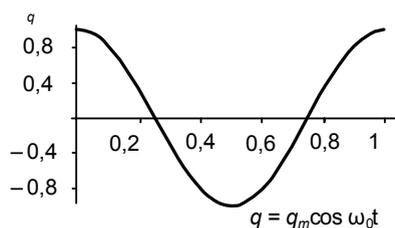


Рис. 3. Гармонические колебания заряда

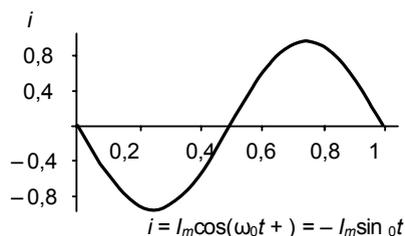


Рис. 4. Гармонические колебания электрического тока

Необходимость создания условий для достижения подобного результата вызывает проблему разработки соответствующей технологии обучения. Поскольку процесс формирования компетенций предполагает сотворчество педагога и учащихся, термин «технология» мы употребляем с некоторой условностью, не отрицающей, однако, соответствия сущностным признакам технологии – системности, воспроизводимости, гарантированности результатов обучения. В нашем случае этапы моделирования естественнонаучных задач оп-

ределяют структуру познавательной деятельности ученика (критерий воспроизводимости технологии). Ориентируясь на основные виды деятельности в процессе математического моделирования, можно выстроить систему компетенций. Данные положения обеспечивают единство целей и процесса обучения (критерий системности технологии и гарантированности результата обучения). Имеющийся в педагогической практике опыт использования модельных задач при обучении школьников позволяет рассматривать их в качестве средства формирования компетенций (критерий существования системы обратной связи в рамках технологии).

Комплексное формирование структурной, ценностной, содержательной и операциональной составляющих результата обучения порождает необходимость использования для разработки технологии нескольких взаимосвязанных подходов: системно-структурного и историко-генетического подходов к содержанию и личностно-деятельностного подхода к обучению.

Историко-генетический подход определяет постановку содержательных задач и ядро содержания. При этом основными философскими идеями в данной предметной сфере являются «идеи непрерывности и дискретности пространства, идеи движения, симметрии и гармонии окружающего мира, детерминизма и вероятности и т. п.» [1].

Системно-структурный подход позволяет:

- в отношении предмета познания: структурировать содержание и выделить ключевые структурообразующие понятия и связи;
- в области способов усвоения содержания: выделить в соответствии с этапами математического моделирования иерархию методов изучения предмета познания;
- по отношению к результатам обучения: представить идеальную схему когнитивных структур, на формирование которых направлен процесс обучения;
- изучать объекты содержания в процессе комплексных исследований, отвечающих ряду условий:
 - осуществление постановки комплексной проблемы, отражающей различные аспекты некоторого явления, процесса или свойства объекта;
 - выявление наборов понятий, лежащих в основе описания проблемы;
 - многоаспектное системное рассмотрение выделенных понятий с целью установления связей между ними;
 - решение системы задач на множестве выделенных понятий и связей.

Личностно-деятельностный подход создает условия для организации частично-поисковой и исследовательской деятельности учащихся, формирующей личностные интегративные качества, включая личностные образовательные смыслы, которые по своей сути являются компетенциями.

Традиционные цели обучения – обучающие, развивающие, практические, воспитательные – при компетентностном подходе не исчезают, они

формулируются в соответствии со структурой компетенции (знания, умения, способы деятельности ученика, учебный мотив, ценностные ориентиры). Ценностные ориентиры и учебный мотив обеспечивают ненасильственность обучения, его эффективность и участвуют в формировании мировоззрения учащихся. В группе «знания, умения, способы деятельности» ведущим компонентом является способ деятельности (в нашем случае он связан с математическим моделированием естественнонаучных задач), который определяет необходимый набор умений и знаний.

Приведем содержание компонентов наглядно-модельной компетенции, которые необходимо сформировать у учащихся при изучении темы «Электростатика» (см. таблицу).

Содержание компонентов наглядно-модельной компетенции при изучении
темы «Электростатика»

Компонент	Содержание компонента
Ценностные ориентиры	Осознание культурной и социально-практической ценности учебного содержания и приобретаемых умений, методологической функции математических моделей в естественнонаучном познании, создание формул, графических моделей, позволяющих исследовать непрерывные реальные процессы
Цель	Исследование природы и свойств постоянного тока с использованием физического эксперимента и известных математических моделей
Мотив	Стремление познать истину
Знания	Понятия электрический заряд, напряженность электрического поля, потенциал, разность потенциалов, постоянный электрический ток, электрическое сопротивление, закон Ома для участка и полной цепи, виды соединений в электрической цепи, мощность, работа, плотность тока, закон Фарадея, ток в различных средах, закон Джоуля – Ленца; знание соответствующих математических моделей, алгоритмов их построения
Умения	Объяснять сущность и свойства постоянного тока, основываясь на экспериментальных данных, физической теории; оперировать формулами и графиками в смысле осуществления переходов: реальный процесс ↔ его описательная модель ↔ математическая модель
Способ деятельности	Физический эксперимент, математическое моделирование
Продукт	Некоторая целостность личностных качеств, охватывающая содержательные, операциональные и ценностные структуры, сформированные в результате освоения конструктов всех компонентов естественнонаучной теории в их взаимосвязях: фрагмента картины мира и теоретической схемы электростатики, соответствующих им математических моделей; осознанием историко-философских и мировоззренческих аспектов содержания

В качестве основных характеристик целей обучения в педагогической литературе выделяют диагностичность (В. П. Беспалько), операциональность и уровневую дифференциацию (М. Е. Бершадский, В. В. Гузев). При компетентностном подходе диагностичность целей определяется структурой компетенций (знания, умения, способы деятельности ученика, учебный мотив, ценностные ориентиры), операциональность – показателями критериев их сформированности. Например, операциональность цели формирования наглядно-модельной компетенции определяется умением оперировать формулами и графиками в смысле осуществления переходов «реальный процесс ↔ содержательная модель ↔ концептуальная модель ↔ математическая модель ↔ предметное знание» при движении от эмпирического знания к истинно конкретному знанию.

Уровневая дифференциация планируемых результатов обучения фиксирует динамику формирования системы компетенций: **алгоритмический уровень** – наиболее сформированы основы модельной компетенции, так как познание начинается с построения модели; учащийся осознает методологическую функцию математических моделей, мировоззренческие аспекты, связанные с возникновением изучаемых понятий, самостоятельно решает задачи, не требующие преобразования модели; **комбинаторный уровень** – учащийся оперирует готовыми моделями и самостоятельно решает типовые задачи, соответственно углубляя мировоззренческие знания; **методологический (системный) уровень** – учащийся самостоятельно осуществляет постановку задач, строит модели и алгоритмы, переносит знания на новые объекты, владеет генезисом и современными интерпретациями понятий.

В соответствии с поставленными целями нами определены критерии отбора содержания: 1) полнота системы методов, позволяющих полноценно реализовать метод математического моделирования; 2) качественное разнообразие межпредметных связей (сфер применения методов); 3) включение методологических знаний, обеспечивающих построение систем понятий и методов; 4) отражение мировоззренческого смысла нового знания, культурно-исторического аспекта знания, связь научных проблем современности и других эпох.

С учетом особенностей содержания сформулированы основные требования к системе задач, которая должна содержать задачи: 1) выполняющие мировоззренческую функцию; 2) требующие выполнения одного или нескольких этапов математического моделирования: анализ условия, выдвижение гипотезы, поиск альтернативных решений, выявление исключений; 3) модельные; 4) открытые, требующие допущения для их решения; 5) нестандартные.

В русле перечисленных требований изучение понятий и их свойств понимается как процесс последовательного построения и исследования описательных, естественнонаучных и математических моделей.

Рассмотрим применение данной технологии на примере фрагмента изучения темы «Постоянный ток в металлах» (рис. 5).

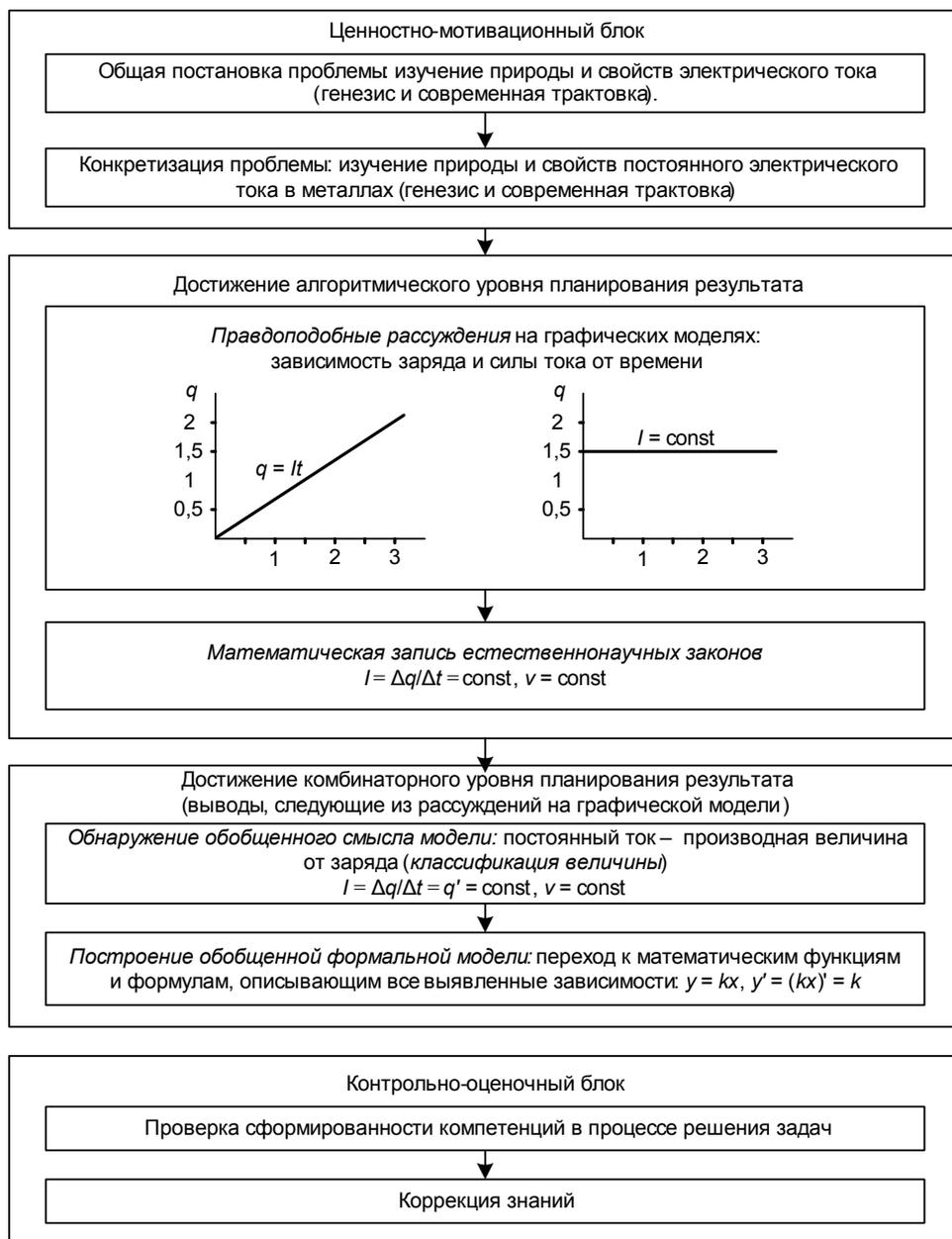


Рис. 5. Технологическая схема изучения темы «Постоянный ток в проводнике»

Представленная схема отражает процесс формирования первичного понятия «сила постоянного тока». Исследуемая величина относится к уже известному учащимся типу производных величин. К началу изучения темы они знакомы с понятиями графической и аналитической моделей производной величины, поэтому процесс познания осуществляется с опорой на эти модели – сначала на графическую модель, которая является результатом графической обработки экспериментальных данных и позволяет осуществить классификацию величины – отнести ее к типу производных, выполнить математическую запись естественно-научного закона, приписать величине свойства и смысл, присущие ее формальной модели.

Таким образом, система межпредметных компетенций в сфере естественнонаучных дисциплин может быть сформирована у учащихся непрофильных классов в процессе моделирования естественнонаучных задач и осмысления методологической функции математических моделей в естественнонаучном познании. С учетом основных видов деятельности учащихся в процессе моделирования мы выделяем методологическую, исследовательскую, прогностическую ключевые компетенции и наглядно-модельную, алгоритмическую межпредметные компетенции. Механизм их формирования включает:

- полисмысловое освоение эмпирических и теоретических понятий при изучении объектов в их историческом развитии с целью обнаружения связи между категориальным строем описания и анализа конкретной культуры и методами познания реального мира;
- набор моделей и их комбинации, реализующие взаимопереходы от содержательной постановки задачи к математической и соответственно от концептуальной модели к формальной, а также получение истинно конкретного знания в процессе интерпретации формальной модели;
- сравнение формальных моделей с точки зрения их адекватности реальному процессу, их исследование.

Литература

1. Бондаренко Т. М. Формальные и содержательные аспекты математизации знания // Научное знание: логика, понятия, структура. – Новосибирск: Наука, 1987. – 255 с.
2. Брейтигам Э. К. Деятельностно-смысловой подход в контексте развивающего обучения старшеклассников началам математического анализа: Моногр. – Барнаул: Изд-во БГПУ, 2004. – 290 с.
3. Степин В. С. Становление научной теории (Содержательные аспекты строения и генезиса теоретических знаний физики.). – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 320 с.
4. Хуторской А. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированной парадигмы образования // Нар. образование. – 2003. – № 2. – С. 58–64.