

УДК 37.016:53

Ошемкова С.А.*Московский государственный областной университет***О КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО
КУРСА ФИЗИКИ «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»**

Аннотация. В статье представлена концепция интегрированного пропедевтического курса физики «Математика и механика», главной целью которого является развитие понятийного мышления обучающихся основной школы на пропедевтическом этапе обучения физике как средство их подготовки к изучению систематического курса физики. Автор рассматривает историю развития идей двухступенчатого школьного физического образования, положенных в основу данного курса, анализирует актуальную ситуацию в обучении физике, обосновывает необходимость создания пропедевтического курса физики, его структуру и содержание, приводит критерии отбора заданий, целевые установки комплексов заданий, их направленность и показанную в педагогическом эксперименте результативность.

Ключевые слова: обучение физике, пропедевтика, развивающее обучение, понятийное мышление.

S. Oshemkova*Moscow State Regional University***ON THE CONCEPT OF AN INTEGRATED INTRODUCTORY COURSE
OF PHYSICS «MATHEMATICS AND MECHANICS»**

Abstract. The article introduces the concept of an integrated introductory course of Physics "Mathematics and Mechanics" aimed at primary school students' conceptual thinking development on the propaedeutic phase of teaching Physics as a means of preparing them for the systematic study of the course of Physics. The author examines the history of the ideas of a two-stage school physical education that formed the basis of this course, analyzes the current situation in teaching Physics, justifies the need to create an introductory course in Physics, its structure and content, and gives the criteria for selecting tasks, goals complex tasks, their orientation and shows the effectiveness of a pedagogical experiment.

Key words: teaching Physics, propaedeutics, developing education, conceptual thinking.

Идеи двухступенчатого школьного физического образования и развития физического мышления пронизывают всю историю преподавания физики XX в.

Так, реформа физического образования 1898 г., возглавленная профессо-

© Ошемкова С.А., 2014.

ром Н.А. Умовым, привела к принятию новой методики преподавания физики, включающей положения о том, что курс физики, разделенный на две ступени, должен стать необходимым компонентом школьного образования и что основной задачей физического образования является развитие физи-

ческого мышления и творческих способностей школьников [10].

В 1918 г. П.А. Знаменским была создана первая программа-минимум для единой трудовой школы, основанная на идее двухступенчатого построения физического образования. В 1920-30-е гг. концепция физического образования, включающая двухступенчатое построение курса физики, стала ведущей в СССР.

Реформа физического образования 1968 г., проводимая АН СССР, АПН СССР и Министерством просвещения СССР и направленная на повышение научного уровня преподавания физики, формирование современной научной картины мира школьников в условиях перехода школы ко всеобщему среднему образованию, закрепила деление школьного курса физики на две ступени.

Первая ступень физического образования, на которой формировались представления школьников о молекулярно-кинетической теории строения вещества и моделях строения атома, стала теперь рассматриваться как подготовка школьников к систематическому курсу физики второй ступени. Вторая ступень физического образования строилась на основе физических теорий механики, молекулярной физики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики.

Основным итогом реформы явилось как повышение научного уровня преподавания физики, так и успешное усвоение обучающимися знаний, относящихся ко всем уровням физических обобщений: понятиям, законам, теориям, научной картине мира [10].

В 1970–1980-е гг. в обучении физике на первый план вышло развитие

мышления школьников при усилении роли теоретических знаний. Большую роль в перестройке физического образования сыграли концепция формирования продуктивного мышления В.А. Кондакова, концепция развития творческих способностей В.Г. Разумовского, идея структурирования знаний Л.Я. Зориной, концепция теоретических обобщений В.В. Мултановского и др.

Однако реформа 1990-х гг. существенно изменила саму структуру физического образования в средней школе: современная школа перешла от построения курса физики основной школы как пропедевтического к построению курса физики основной школы как систематического. Старшая школа стала профильной [11].

В связи с этим особую актуальность приобрела проблема становления понятийного мышления школьников к началу изучения систематического курса физики, поскольку именно уровень развития понятийного мышления определяет успешность в изучении дисциплин физико-математического цикла. Вклад интегрированных курсов естествознания в формирование понятийного мышления оказался недостаточным.

В последнее десятилетие отмечают нарастающие трудности в усвоении обучающимися физических понятий, в понимании сущности физических явлений. Снижается темп и качество формирования навыков решения задач, выполнения школьного физического эксперимента, включая запись и обработку полученных данных.

В проведенном нами анкетировании учителей физики Москвы и Московской области 33,3 % респондентов

отметили недостаток первоначальных знаний школьников об окружающем мире, 43,3 % – несоответствие актуального уровня умственного развития обучающихся тому уровню, на который рассчитаны образовательные программы, 46,7 % – низкий познавательный интерес школьников.

90 % опрошенных учителей отметили, что обучение физике затруднено недостатком необходимых математических знаний и навыков у школьников.

Большинство опрошенных учителей физики сообщили, что в связи с отмеченными выше проблемами они испытывают трудности в реализации как развивающей (96,7 % респондентов), так и обучающей (100 % респондентов) целей образования.

В наших исследованиях когнитивной сферы школьников 5–10-х классов школ Московской и Новгородской областей [4; 5; 6] было показано недостаточное развитие пространственно-временных представлений и логических структур мышления у значительной части испытуемых, а также наличие у них феноменов Пиаже, характерных для дошкольников и младших школьников.

Таким образом, было обнаружено противоречие между повышением требований к развитию мышления обучающихся, приступающих к изучению систематического курса физики, и реальной картиной снижения уровня развития мышления школьников в нынешней культурно-образовательной ситуации.

Для разрешения данного противоречия мы разработали интегрированный пропедевтический курс «Математика и механика» [3], который опирается на базовые представления

о движении, полученные в курсе математики начальной школы, и позволяет развивать пространственно-временные представления школьников и их логическое мышление путем выполнения специально подобранных заданий с физическим содержанием.

Введение такого интегрированного пропедевтического курса позволит не только восстановить систему непрерывного физического образования, но и обеспечит преемственность обучения между начальной и средней школой. Целью освоения такого курса станет как ознакомление обучающихся с физическими явлениями, формирование у них навыков проведения простейших физических экспериментов и решения простейших задач, так и целенаправленное развитие понятийного мышления, без которого невозможно освоение систематического курса физики в дальнейшем.

Более того, развитие понятийного мышления рассматривается нами как *основная цель* освоения пропедевтического курса физики.

При разработке нашего курса мы опирались на работы в области психологии развития, посвященные изучению категоризации и образования понятий у детей [1; 7; 8; 9; 13; 14].

В этих работах было показано, что понятийное мышление в своем развитии проходит несколько стадий: синкретического мышления, комплексного мышления и мышления в понятиях. Последняя стадия умственного развития – стадия истинных понятий – завершается только в подростковом возрасте, при этом «переходным мостом» от комплексного мышления к истинно понятийному является стадия псевдопонятий, или представлений.

Следовательно, при разработке программы и технологии курса «Математика и механика» нам необходимо было учесть, что младшие подростки, которым этот курс адресован, находятся в переходном периоде от комплексного мышления к понятийному.

Кроме того, нами были использованы результаты экспериментов, показавших, что для формирования понятий эффективными оказываются приемы обучения, направленные как на развитие систем операций [2; 7; 8], так и на развитие систем репрезентаций окружающего мира [2; 13].

Наконец, мы уделили особое внимание развитию аналитических процессов мышления обучающихся, которые, как было продемонстрировано в ряде работ [12], лежат в основе общих и специальных способностей.

Выбор механики как *основы содержания курса* был обусловлен несколькими причинами.

Самая главная из них опирается на данные возрастной психологии, касающиеся особенностей мышления младших подростков, которые находятся в переходном периоде от стадии конкретных операций к формальным [7; 8], или от комплексного мышления к понятийному [1].

В этом периоде можно наблюдать, что подросток легко и безошибочно пользуется понятием в знакомой наглядной ситуации, однако испытывает серьезные трудности при переносе смысла понятия на абстрактные ситуации без опоры на конкретные наглядные впечатления [1, гл. 5]. Механика же является таким разделом физики, объекты и явления которого наглядны, что облегчает оперирование понятиями на начальном этапе обучения.

Кроме того, система логических операций может развиваться только путем сопоставления образов объектов в различных отношениях, а изучение наглядных объектов и явлений механики в наибольшей степени может способствовать формированию их общих образных представлений, которыми подростки могли бы оперировать во внутреннем плане.

Второй важной причиной выбора механики является определенная преемственность курсов математики начальной школы и механики. В частности, курс математики начальной школы включает в себя решение задач на движение, в том числе – на совместное движение нескольких тел, и школьникам к окончанию начальной школы хорошо знакомы понятия скорости сближения и скорости удаления. Эта преемственность позволяет познакомить пятиклассников с такими сложными понятиями механики, как относительность движения, система отсчета, относительная скорость движения, что не только обеспечивает постепенное усвоение сложных физических понятий, но и способствует преодолению познавательного эгоцентризма обучающихся, развитию навыка рассматривать изучаемую ситуацию с разных точек зрения. Развитие пространственных представлений обучающихся также основывается на расширении начальных геометрических сведений, полученных в начальной школе.

Третьей важной причиной выбора механики является понимание того факта, что формирование модельных представлений, с которыми работает физика, требует значительного времени. Однако в ходе реформы 1990-х гг. при переходе на концентрическую

систему обучения резко увеличилась фактическая нагрузка на систематический курс физики основной школы, традиционно начинающийся с изучения механики. Поскольку курс физики основной школы должен был приобрести завершенный характер, в него были включены все основные разделы физики от механики до физики атома и атомного ядра при сокращении времени на изучение физики. Перенос начальных представлений механики из систематического курса основной школы в пропедевтический курс дает обучающимся дополнительное время, чтобы приобрести необходимые навыки физического моделирования.

Наконец, решение механических задач, сформулированных на языке математики, способствует формированию у школьников математических умений и навыков, недостаток которых в нашем исследовании отметили 90 % опрошенных учителей физики.

В *структуре курса* мы выделили разделы, изучающие наиболее общие физические понятия, такие как пространство и время, механическое движение и взаимодействие тел [3].

Пропедевтический курс физики «Математика и механика» разрабатывался нами как практико-ориентированный курс, при обучении которому развитие мышления обучающихся происходит во время выполнения специально подобранных заданий.

При отборе заданий были использованы следующие критерии:

– каждое задание должно быть составлено в соответствии с принципом системной дифференциации и направлено на различение разных свойств, сторон и отношений пространства и времени, объектов и явлений;

– выполнение каждого задания должно вносить вклад в формирование физических понятий и понятийного мышления в целом;

– комплект должен включать в себя такие задания, которые можно использовать на всех этапах урока: актуализация знаний, изучение нового материала и его закрепление;

– комплект должен также включать в себя такие задания, которые можно использовать на уроках различных типов: изучение нового материала, решение задач, в том числе экспериментальных, обобщение и систематизация знаний;

– все задания должны иметь как обучающий, так и диагностический характер.

Нами было подготовлено несколько комплексов заданий, каждый из которых направлен на развитие наиболее важных представлений о пространстве, движении и взаимодействии тел, на обучение «мысленному эксперименту» и применению основных логических операций.

Первый комплекс заданий, направленных на дифференциацию пространственных представлений школьников, составляют задачи на перцептивное моделирование, на ориентацию в пространстве, на использование мер физических величин, а также задачи в пространствах разной размерности. Каждая группа заданий нацелена на решение своей специфической задачи. Так, решение задач на перцептивное моделирование приводит к улучшению аналитических процессов. Решение задач на ориентацию в пространстве позволяет структурировать пространственные представления путем введения координат, а также преодолевать

познавательный эгоцентризм школьников, постоянно обращаясь к их умению мысленно занимать положение другого человека. Решение задач на использование мер физических величин способствует вычленению параметров физических объектов, а решение задач в пространствах разной размерности – вычленению различных пространственных характеристик и дифференциации пространственных представлений в целом.

В комплекс заданий, направленных на развитие представлений о движении тел, мы включили задачи на формирование наглядных образов движущихся тел; на развитие представлений о времени и его свойствах; на прояснение физического смысла и сравнение физических величин, описывающих движение, а также прояснение смысла соответствующих им житейских слов; на использование мер физических величин. Особую группу представляют задачи на относительность движения, которые не только формируют представления об относительности движения, но и способствуют преодолению познавательного эгоцентризма школьников.

При изучении раздела «Взаимодействия тел» у школьников наиболее интенсивно развивается операция абстрагирования и формируется навык моделирования физических объектов и явлений. В комплекс заданий, направленных на развитие представлений о взаимодействии тел, вошли задания, направленные на формирование представлений о силе как мере взаимодействия тел; представлений об энергии как характеристике взаимодействия и движения тел; задачи на графическое изображение сил; движе-

ние тел под действием нескольких сил. Изучение данного раздела курса предполагает также проведение лабораторного практикума, выполнение заданий которого, во-первых, знакомит обучающихся с физическим оборудованием и принципами проведения физического эксперимента, а во-вторых, позволяет формировать новые схемы действий, что напрямую ведет к умственному развитию.

Комплекс заданий, направленных на освоение «мысленного эксперимента», позволяющего развить внутренний план действий, представлен классическими мысленными экспериментами Г. Галилея (эксперимент с комнатой на корабле, «горки Галилея»).

Комплекс заданий, направленных на формирование основных логических операций, составляют задачи на осязательный и мышечный анализ; пространственный и зрительно-пространственный анализ; зрительный анализ графических изображений сил; смысловой вербально-понятийный анализ; смысловой анализ с опорой на схематические рисунки; задания на сравнение, классификацию, обобщение понятий, на анализ отношений между понятиями.

Анализ результатов обучения школьников по предложенной нами экспериментальной программе показал высокий уровень усвоения ключевых понятий механики, таких как механическое движение, взаимодействие тел, инерция, инертность, относительность движения, система отсчета. Обучающиеся научились понимать смысл физических величин: пути, времени движения, скорости, массы, силы, момента силы, работы, механической энергии; описывать равномер-

ное и неравномерное прямолинейное движение в неподвижных и движущихся системах отсчета; научились различать вес тела и его массу, вес тела и действующую на него силу тяжести.

Контроль результатов обучения показал, что школьники 5-7-х классов, обучавшиеся по экспериментальной программе, значительно легче, чем испытуемые контрольной группы, могли мысленно вставить на позицию другого человека, совершать действия во внутреннем плане, в том числе мысленно переходить из одной системы отсчета в другую. Оценка успешности решения задач на движение по критерию Фишера показала существенно более высокие результаты школьников в экспериментальных группах по сравнению с результатами испытуемых в контрольных группах – при значительном снижении феноменов Пиаже.

Сравнительное исследование динамики развития логического мышления с обработкой результатов эксперимента с помощью U-критерия Манна-Уитни показало существенно более высокие результаты учащихся экспериментальных классов как в развитии операции классификации, так и в развитии способностей школьников к анализу и синтезу. Кроме того, было обнаружено, что у школьников экспериментальных групп раньше формируются умения выделять существенные признаки понятий и использовать их для обобщения [4; 5; 6].

Таким образом, мы предлагаем к рассмотрению концепцию пропедевтического курса физики, основанного на идеях двухступенчатого школьного физического образования и развития физического мышления, включающую в себя цели:

– развития понятийного мышления и пространственно-временных представлений школьников;

– восстановления пропедевтического этапа физического образования как части системы непрерывного физического образования;

– обеспечения преемственности обучения между начальной и средней школой;

– формирования у школьников математических умений и навыков, достаточных им для получения физического образования.

Мы определили структуру курса, обосновали выбор механики как основы его содержания и подготовили систему специально подобранных заданий, при активном выполнении которых достигается основная цель – развитие понятийного мышления школьников на пропедевтическом этапе обучения физике для их подготовки к изучению систематического курса физики.

Разработанный нами экспериментальный пропедевтический курс «Математика и механика» был внедрен в практику преподавания МОУ СОШ № 2 с УИОП г. Фрязино Московской области с 2007/2008 учебного года. Учебные успехи школьников, прошедших обучение по программе «Математика и механика», в освоении систематического курса физики позволили с 2011/2012 учебного года открыть классы с расширенным изучением физики (начиная с 7 класса), а с 2013/2014 учебного года – с углубленным изучением физики (начиная с 8 класса).

Пропедевтический курс физики, разработанный на основе предложенной нами программы, был также успешно внедрен в практику препода-

вания МОУ СОШ № 5 с УИОП г. Фрязино Московской области с 2012/2013 учебного года.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Выготский Л.С. Мышление и речь. М., 2008. 352 с.
2. Гальперин П.Я. О методе поэтапного формирования умственных действий // Вопросы психологии. 1969. № 1. С. 5–15.
3. Ошемкова С.А. Генетический подход к обучению пропедевтическому интегрированному курсу «Математика и механика» // Проблемы контроля и оценки качества образования по физике. Общеобразовательные учреждения, педагогический вуз. Доклады научно-практической конференции. М., 2008. С. 104–107.
4. Ошемкова С.А. Изучение логического мышления школьников 5–7 классов // Методы аналогии и моделирования курса физики. Общеобразовательные учреждения, педагогические вузы. Доклады научно-практической конференции. М., 2011. С. 90–102.
5. Ошемкова С.А. Обучение физике: феномены Пиаже у школьников и их педагогическая коррекция [Электронный ресурс] // Электронный журнал «Вестник Московского государственного областного университета». 2012. № 4 [сайт]. URL: <http://vestnik-mgou.ru/Articles/View/237> (дата обращения: 1.10.2014).
6. Ошемкова С.А. Представления о времени и пространстве и феномены Пиаже у школьников // Научные и методические проблемы точных и естественных наук: сборник научных трудов. М., 2011. С. 127–136.
7. Пиаже Ж. Психология интеллекта // Избранные психологические труды. М., 1969. С. 55–231.
8. Пиаже Ж., Инельдер Б. Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация. М., 2002. 416 с.
9. Сахаров Л.С. О методах исследования понятий // Культурно-историческая психология. 2006. № 2. С. 32–47.
10. Хижнякова Л.С. Введение в методику преподавания физики. Ч. 1: Предмет и история развития. М., 1998. 76 с.
11. Хижнякова Л.С. Некоторые закономерности развития методики обучения физике // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2011. № 1. С. 110–116.
12. Чуприкова Н.И. Умственное развитие и обучение (к обоснованию системно-структурного подхода). М.; Воронеж, 2003. 320 с.
13. Чуприкова Н.И. Умственное развитие: Принцип дифференциации. СПб., 2007. 448 с.
14. Smith L.B., Kemler D.G. Developmental trends in free classification: evidence for a new conceptualization of perceptual development // Journ. of Experim. Child Psychol. Amsterdam, 1977. V. 24. №2. P. 279–298.