

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**УДК 372.853  
ББК 4426.223-24

ГСНТИ 14.35.07

Код ВАК 13.00.02

**Зуев Петр Владимирович,**

доктор педагогических наук, профессор, кафедра теории и методики преподавания физики, технологии и мультимедийной дидактики, Институт физики, технологии и экономики, Уральский государственный педагогический университет; 620017, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, д. 26; e-mail: zuew@yandex.ru

**Кощеева Елена Сергеевна,**

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра физики и математического моделирования, Институт физики, технологии и экономики, Уральский государственный педагогический университет; 620017, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, д. 26; e-mail: kohe@mail.ru

**РАЗВИТИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ  
ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА  
И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** метапредметные универсальные учебные действия; схемотехническое моделирование; учебные физические эксперименты; школьники; методика преподавания физики.

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассматриваются вопросы развития у школьников метапредметных универсальных учебных действий при использовании учебного физического эксперимента (натурного и компьютерного), формировании представлений о научной картине мира, методологических знаний и экспериментальных умений. Предложена последовательность заданий, содержания и проведения учебных экспериментов, приближенных к научной деятельности, на основе новых информационных технологий, что является значимым для теории и методики преподавания физики. Рассмотрены возможности учебных компьютерных моделей, представляющих собой особую программно-дидактическую среду, позволяющих учащимся проводить активное взаимодействие с изучаемым объектом и получать информацию о результатах этого взаимодействия, что важно для развития метапредметных универсальных учебных действий.

**Zuev Petr Vladimirovich,**

Doctor of Pedagogy, Professor, Department of Theory and Methodology of Teaching Physics, Technology and Multimedia Didactics of Physics, Institute of Physics, Technology and Economics, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

**Koscheeva Elena Sergeevna,**

Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Department Physics and Mathematical Modeling, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

**DEVELOPMENT OF META-SUBJECT UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIVITIES  
IN PHYSICAL EXPERIMENT AND COMPUTER MODELING WHEN TEACHING PHYSICS**

**KEYWORDS:** meta-subject universal educational actions; circuit simulation; educational physical experiment; students; methods of teaching Physics.

**ABSTRACT.** The article deals with the development of meta-subject universal educational activities in pupils when using the physical and computer experiment, formation of the scientific worldview, methodological knowledge and experimental skills. A sequence of tasks, content and procedure of educational experiments, close to scientific activity on the basis of new information technologies, are proposed, which is significant for the theory and methodology of teaching Physics. The article studies the possibilities of educational computer models, which represent a special program-didactic environment, allowing students to actively interact with the studied object and to receive information about the results of this interaction, which is important for the development of meta-subjective universal educational activities.

**В** процессе реализации ФГОС общего образования особое значение уделяется формированию и развитию метапредметных универсальных учебных действий (УУД) учащихся. Повышенный интерес к развитию умений, знаний и компетенций, обладающих свойствами широкого переноса, применяемых в подавляющем большинстве учебных предметов в школе, обусловлен их универсальностью и значимостью. На наш взгляд наиболее ценными из всех видов метапредметных УУД являются познавательные, которые следует фор-

мировать в соответствии с циклом познания, предложенным Г. Галилеем в XVII в. В соответствии с этим циклом процесс познания любого объекта или явления включает в себя четыре этапа:

- сбор и анализ научных фактов;
- формулирование гипотезы;
- создание модели;
- экспериментальная проверка модели и гипотезы.

Использование цикла познания для развития познавательных УУД природосообразно, так как в широком смысле УУД –

умение учиться, способность к саморазвитию путем активного поиска и усвоения необходимой информации. Это инструмент для освоения, преобразования и применения знания, то, из чего складывается умение познавать, то, благодаря чему обучаемый становится субъектом учебной познавательной деятельности. Для формирования научного мировоззрения школьников, развития интеллектуальных способностей и познавательных потребностей в процессе изучения физики особое значение уделяется знакомству учащихся с методами познания окружающего мира, постановке проблем, требующих от обучаемых самостоятельной деятельности по их разрешению.

Познавательные УУД разделяются на общеучебные и логические УУД.

Общеучебные УУД включают следующее:

- самостоятельное выделение и постановку цели;
- поиск необходимой информации;
- структурирование информации и знаний;
- выбор наиболее эффективных способов решения задач;
- осуществление рефлексии собственной учебной познавательной деятельности, проведение ее анализа и оценки.

Кроме того, учащийся должен уметь выполнять комплекс логических действий: сравнение, анализ, обобщение, доказательство, выявление аналогий, построение моделей, формулирование гипотезы, классификация объектов по разным основаниям.

В процессе научного познания изучение фактов на основе наблюдений и их обобщение приводят к догадке о физической сущности наблюдаемых явлений. На этой основе возникает теоретическая модель, включающая физическую идеализацию и ее математическую интерпретацию. Однако непосредственная проверка справедливости (адекватности) созданной модели не всегда возможна. Поэтому из нее логическим путем выводят следствия. Если проведенный эксперимент показывает, что исследуемые свойства и следствия модели соответствуют реальности, то модель в границах ее применимости считается адекватной и обоснованной.

В процессе обучения физике школьники знакомятся с методами научного познания. Сущность цикличности познания в процессе обучения заключается в том, что, с одной стороны, можно проверить теорию, понять ее более глубоко или экспериментальным путем выйти на теорию, которая уже создана, и оценить ее значение. Первый цикл называется теоретическим и включает, по мнению В. В. Майера, четыре этапа.

1. Сбор фактов.

2. Создание модели.

3. Анализ следствий из нее.

4. Эксперимент.

В соответствии с теоретическим познавательным циклом строятся учебные варианты физической теории школьного курса механики, молекулярной физики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики.

Экспериментальный цикл научного познания был осуществлен в ходе великих открытий Х. Эрстеда, Г. Герца, А. Г. Столетова, В. Рентгена, Э. Резерфорда и других ученых, которые в процессе своей деятельности создали условия для эксперимента, ими наблюдался его результат, проводился анализ и затем строилась теория.

Теоретический и эмпирический познавательные циклы следует рассматривать как равноценные средства научного познания и постоянно использовать их в обучении физике.

Схема экспериментального цикла познания проста и носит самый общий характер – не только физический, но и любой другой эксперимент осуществляется в соответствии с представленной схемой: 1) условия; 2) результат; 3) анализ; 4) теоретическое обобщение.

Опыт работы в образовательных организациях показывает, что в настоящее время учебный физический эксперимент с использованием компьютера развивается в основном в следующих направлениях:

1) модернизация традиционного метрологического оборудования для выполнения демонстрационного и лабораторного физического эксперимента;

2) компьютерное моделирование физических процессов.

*Первое* направление представляет собой использование цифровой техники в качестве измерительного прибора, усовершенствованного метрологического оборудования, в результате чего учащиеся исследуют физические явления, процессы и законы реального (натурного) эксперимента («Архимед», «ЛабДиск Физика», «Радуга», «RelabPoint», «SenseDisc Physics», L-Микро» и др.).

Это направление позволяет применять технику для проведения учебного физического эксперимента. Но для нашего исследования наибольший интерес представляет *второе* направление развития учебного физического эксперимента с использованием компьютера. Компьютерное моделирование включает в себя использование прикладных программ, имитирующих физические опыты, явления или идеализированные модельные ситуации, происходящие в физических процессах. Использование компьютерного моделирования в процессе

обучения физике важно, так как моделирование на основе компьютерных технологий создает новое направление физики, а именно, вычислительной физики. Вычислительная физика расширяет возможности исследователя в цикле познания, позволяет автоматизировать физический эксперимент, разрабатывать и проводить компьютеризированные лабораторные работы по физике, создавать программные средства для математического моделирования.

Возможности компьютерного моделирования многогранны. Компьютер, обладающий мультимедийными средствами, средствами сбора информации, программным обеспечением с достаточным логико-математическим аппаратом, позволяет создать «реальную виртуальность», способную определенным образом заменить физическую лабораторию с оборудованием и установками. Компьютерные программы, отвечающие требованиям проведения экспериментов, будем называть *компьютерными (виртуальными) лабораторными работами*, а серию виртуальных лабораторных работ – *компьютерными лабораториями*.

При выполнении виртуальных лабораторных работ создается специальная модель, соответствующая цели работы и основным дидактическим требованиям. Для нее недостаточно изобразить реальные объекты графическими символами и отразить их работу в соответствии с физическими законами, также недостаточно демонстрационной наглядности модели установки. Необходимо, чтобы, взаимодействуя с ней, учащийся активно участвовал в проведении эксперимента и обработке результатов, а в итоге получал метапредметные результаты: методологические знания и экспериментальные умения. Наиболее сложной является организация учебно-познавательной деятельности школьников по исследованию этой модели в процессе выполнения лабораторной работы.

Одним из средств создания компьютерных лабораторных работ является схематехническое моделирование, включающее создание принципиальной схемы устройства и проведение анализа его основных характеристик.

Компьютерное моделирование имеет ряд преимуществ по сравнению с другими видами моделирования:

- сокращение объема однообразных измерительных операций и математических вычислений, отвлекающих от непосредственного исследования физического явления, процесса или закона;

- исследование разнообразных процессов, протекающих в реальном масштабе времени;

- высокая точность физических измерений;

- возможность постановки демонстрационных и лабораторных экспериментов практически по всем разделам физики.

Компьютерные работы на основе изучаемых моделей и демонстрации не заменяют реального эксперимента, однако применение этого моделирования позволяет создать особые дидактические условия, которые облегчают процесс обучения и придат ему новый качественный уровень. Компьютерный и натурный эксперимент дополняют друг друга, а их совместное использование повышает дидактический и методический потенциал средств обучения.

Наряду с достоинствами использования компьютерного моделирования в процессе учебного физического эксперимента можно выделить и некоторые недостатки:

- отсутствие универсальности, то есть для каждой новой системы необходимо создавать новую модель, что является в некоторых случаях трудоемким процессом;

- ограниченная адекватность физической сущности исследуемого явления, процесса или закона;

- ограниченный доступ к информации об исследуемой схеме. Здесь можно отметить, что ответственность за оптимальность применения компьютерной модели несет ее создатель, а это зависит от того, понимает ли он сущность моделируемого явления. Компьютерная модель обладает субъективным характером, то есть отражает личные качества создателя, особенности его ассоциативного мышления.

Несмотря на наличие компьютерного лабораторного оборудования, программного обеспечения, существует проблема методики обучения автоматизации эксперимента. Предоставление учащемуся принципиально новой для него информационно-технологической среды способствует обеспечению расширенного интерактивного взаимодействия, необходимого для реализации исследовательской деятельности в процессе обучения физике.

Важно взаимодействие между обучаемым и средством обучения, функционирующим на базе компьютерных технологий, которые обеспечивают контроль или самоконтроль результатов обучения, формирование определенных знаний и умений, коррекцию в процессе приобретения нового знания. Представленное средство обучения обуславливает реализацию таких возможностей, как обеспечение оперативной обратной связи между пользователем и сред-

ством обучения, компьютерной визуализации учебной информации об объектах или процессах, автоматизации процессов вычислительной и информационно-поисковой деятельности и др., автоматизации процессов обработки результатов учебного эксперимента (протекающего как реально, так и виртуально), автоматизации организационного управления учебной деятельностью и контроля за результатами усвоения и продвижения в учении. Все вышеперечисленные действия являются метапредметными, так как связаны с циклом познания, с обработкой и применением полученной информации.

Использование компьютерных моделей в процессе обучения физике, безусловно, расширяет возможности формирования у школьников методологических знаний и экспериментальных умений. Однако повышение эффективности возможно только в том случае, если моделирующая явления виртуальная среда оптимальна, тогда процессы, фиксируемые в этой среде, совпадают с уже известными явлениями, наблюдаемыми на практике. Такое совпадение может служить критерием качества предлагаемой компьютерной модели [13]. Значимость модели возрастает, если она позволяет комбинировать интересующие нас модельные процессы. Предположим, изучение переходных характеристик последовательного и параллельного колебательного контура происходит после изучения работы его составляющих реактивных элементов при подключении к источникам постоянного и переменного напряжения. В результате таких комбинаций пользователь приобретает новую для него информацию. Она получается в результате логико-математической обработки компьютером исходных параметров модели и параметров воздействия на нее (например, изменение температуры окружающей среды). Это знание носит гипотетический характер и как результат всякого мысленного эксперимента нуждается в проверке на натурном эксперименте.

Полученный вывод должен определять методику и границы использования виртуального лабораторного эксперимента. У учащихся необходимо изначально формировать адекватное отношение к компьютерному эксперименту и его промежуточной стадии. Обучающиеся должны осознавать прогностический характер результатов виртуального эксперимента. Понимание смысла компьютерного эксперимента становится глубже, если учащиеся сами создают модель изучаемого явления, а использование для этой цели схемотехнического моделирования повышает эффективность учебно-познавательной деятельности обу-

чающихся. Поэтому они должны уяснить основные принципы построения модели, понять назначение процедур работы с данной моделью, иметь возможность сознательно изменять ее параметры, то есть моделировать ситуации, которые представляются для них интересными и практически значимыми.

Таким образом, использование компьютерного эксперимента в процессе обучения позволяет формировать следующие метапредметные действия:

- проводить эксперимент в реальном масштабе времени;
- осуществлять визуализацию и сохранение полученных результатов эксперимента в виде графических зависимостей и таблиц;
- производить анализ полученных экспериментальных зависимостей путем их сравнения друг с другом и теоретическими выкладками.

Остановимся на организации учебного физического эксперимента с учащимися на основе использования компьютерных моделей, созданных в специализированных пакетах прикладных программ. В процессе обучения физике появляется возможность предложить учащимся задания, которые помогают им осуществить переход от репродуктивного усвоения изучаемого теоретического материала к самостоятельному исследованию. В этих заданиях могут быть использованы принципиальные схемы изучаемых устройств или результаты исследования процессов, представленные в виде графика. При этом последовательность предложенных учителем заданий учащимся может быть следующей.

1. Изучение нового материала с использованием компьютерных моделей, устройств и графиков работы, их основных характеристик, его осознание. Это задание необходимо для того, чтобы помочь учащемуся понять назначение модели и освоить ее регулировку. Обычно в этом случае компьютерная модель полностью адекватна изученному теоретическому материалу учебника. При выполнении этого вида деятельности в большей мере реализуются принципы осознанности и доступности.

2. Решение задачи по заданному алгоритму с помощью представленных схем устройства и графиков. В рамках этого задания учащемуся предлагается провести ряд простых экспериментов, например, изменить величину одного активного сопротивления в исследуемой цепи и по полученным результатам исследования ответить на контрольные вопросы. Такая организация учебной деятельности позволяет школьникам осознанно осуществлять изу-

чение учебного материала и активно его использовать в процессе обучения.

3. Решение задачи по алгоритму, который известен в общем виде: задана схема и начальные условия. Например, учащимся предлагается создать затухающие колебания параллельного колебательного контура, получить полное затухание в определенный момент времени. Целесообразно в этом случае предложить учащимся решить задачу без использования компьютера, а затем, используя компьютерную модель, проверить достоверность полученного результата. Такая организация деятельности учащихся соответствует принципу систематичности и последовательности в обучении.

4. Решение учащимся поставленной учителем учебной проблемы, которая требует самостоятельного планирования и составления схемы, ее исследование и анализ полученных результатов. Учащемуся предлагается задание, например, продемонстрировать и объяснить особенности функционирования реактивного элемента в электрической цепи при подключении переменного и постоянного источника напряжения. При выполнении этого задания необходимо составить схему исследуемой цепи, выбрать реактивный компонент и его параметры, выбрать источники питания и подключить их к цепи, выдвинуть гипотезу и предложить план проведения исследования, провести исследование и проанализировать полученные результаты, а также внести в исследуемую схему коррективы. Данная организация деятельности учащихся является примером реализации принципа прочности знаний, так как происходит использование изученного материала в новой ситуации [7].

Предлагаемая организация формирования познавательных универсальных учебных действий учащихся позволяет учителю разнообразить форму проведения урока и выполнения домашних заданий, индивидуализировать задания для обучаемых, корректировать деятельность путем постановки задач, решение которых учащийся может получить в ходе исследования компьютерной модели.

Дидактическая составляющая компьютерного моделирования может рассматриваться не только как этап и метод учебного исследования, но и как средство формирования у учащихся разнообразных экспериментальных действий и операций, как средство контроля сформированности у школьников умений и навыков выполнения отдельных экспериментальных процедур.

Таким образом, *использование компьютерных моделей в рамках проведения физического эксперимента* позволяет реали-

зовать основные принципы дидактики (сознательности и активности, наглядности, систематичности и последовательности, прочности, научности, доступности, связи теории с практикой) в процессе обучения.

Проанализировав современное состояние использования в той или иной мере компьютерного моделирования в учебном процессе и организации развития УУД учащихся, рассмотрим применение схмотехнических моделей в процессе обучения физике.

Взаимодействие с компьютером при выполнении учебного физического эксперимента способствует развитию исследовательских умений учащихся, такое взаимодействие целесообразно осуществлять в соответствии с циклом познания.

Поскольку схмотехническое моделирование представляет собой совокупность элементов: принципиальную электрическую схему устройства и разнообразные результаты исследований ее переходных процессов, представленные в удобной для восприятия форме в виде графиков или спектрограмм, – это позволяет изучать принципы и методы анализа, синтеза, реализации электрических схем устройств, отвечающих заданным характеристикам.

Для составления схемы необходимо представить в виде знаковых моделирующих элементов каждый компонент цепи, а затем соединить их соответствующим образом. Компоненты цепей и их схмотехнические модели имеют определенные параметры и свойства. Анализ поведения модели (схемы) сопоставляется с результатами измерений режимов работы цепи или объекта, и делается вывод об их тождественности реально существующим электрическим цепям. При необходимости в модель вносятся уточнения, и, наоборот, по результатам моделирования изменяют саму цепь, улучшая ее характеристики, учитывая внешние эффекты, присущие реальности, этот процесс обычно носит повторяющийся характер.

С дидактической точки зрения схмотехническое моделирование может рассматриваться в трех аспектах [1, с. 12-13]:

- как *средство обучения*, поскольку большая часть информации поступает к обучаемому в виде моделей;

- как *метод познания*, поскольку позволяет учителю организовать самостоятельную исследовательскую деятельность учащихся таким образом, чтобы учащиеся в ходе этого процесса могли получить субъективно новый результат. Обучаемый выступает в роли создателя, разработчика моделей, которые в силу этого отражают личностные факторы, особенности ассоциатив-

ного мышления школьника, его знания физики, опыт, мотивы и предпочтения;

- как *объект изучения*, так как позволяет рассматривать любую схему как новый конструктивный элемент, обладающий своими свойствами и характеристиками. Для разных моделей можно выделить их инвариантные свойства, особенности, накладываемые выбранным способом на представления об объекте моделирования. Указанные аспекты могут являться основой для организации исследовательской деятельности учащихся в процессе обучения физике.

Компьютерные модели можно использовать в интерактивном режиме. Среди интерактивных моделей, применяемых при обучении, можно выделить демонстрации, лабораторные работы и конструкторы. Мы считаем, что схемотехническая модель может быть представлена в любом из перечисленных качеств. Использование ее для демонстрации дает возможность пользователю наглядно представлять явление или поведение объекта в определенных условиях, позволяет акцентировать внимание учащегося на важных элементах изучаемых явлений. Создание на основе схемотехнической модели лабораторной работы позволяет учащемуся исследовать различные стороны явления, строить необходимые графики и формулировать вывод. Процесс создания модели можно рассматривать как конструирование объекта с заданными свойствами и определенными начальными условиями. Учащийся получает более широкие возможности для своей учебно-исследовательской деятельности.

Рассмотрим перечень основных требований, которым должна соответствовать программа схемотехнического моделирования на всех этапах проведения компьютерного моделирования.

Для проведения результативного исследования компьютерной модели или решения задачи учащемуся должны быть предоставлены условия, которые обеспечиваются дружественным интерфейсом программных сред. Указанным требованиям соответствуют пакеты схемотехнического моделирования, поскольку они обладают возможностями многостраничного графического редактора принципиальных схем, в работе которого может участвовать несколько открытых файлов, содержащих различные принципиальные схемы или их составляющие элементы, блоки, которые можно копировать и переносить на любую открытую страницу, в любую схему. Также в подобных пакетах есть специальная программа для расчета параметров математических моделей по справочным или экспериментальным данным.

В учебном процессе перечисленные условия создают определенный уровень успешности для обучаемых в процессе учебно-исследовательской деятельности, облегчают общение с компьютером слабо подготовленных учащихся, позволяют применять схемотехническое моделирование в процессе обучения физике для учащихся разного возраста. Кроме этого, они способствуют созданию компьютерной аналогии с «рабочим столом» при проведении учебного физического эксперимента, а встроенные программы обеспечивают максимальное приближение исследуемой компьютерной модели к реальному объекту.

Использование программы схемотехнического моделирования на этапе создания принципиальной схемы устройства позволяет учащемуся имитировать реальный процесс сборки электрической цепи. Это возможно осуществить на основе следующих достоинств схемотехнических программ.

1. Наличие разносторонней библиотеки компонентов, включающей в себя наиболее популярные аналоговые компоненты типа диодов, биполярных и полевых транзисторов, магнитных сердечников, линий передачи с потерями, цифровых интегральных схем дискретной логики и различных других источников напряжений и сигналов.

2. Наличие функционального моделирования аналоговых и цифровых компонентов, то есть по заданным математическим уравнениям, которые составляет и заносит в свойства пользователь.

3. Наличие возможности многовариантного исследования при изменении параметров компонентов электрической цепи. Например, у генератора синусоидальных колебаний пользователь может задавать пошаговое изменение амплитуды или частоты в определенных им пределах.

Эти возможности характеризуют конструкторские свойства программ схемотехнического моделирования. Учащиеся не ограничены в выборе параметров компонентов и направлений своей деятельности, имеют право на ошибочные действия и исследование аварийных или запрещенных состояний. Это приобретает особую значимость при организации самостоятельной работы школьников.

Одним из этапов учебно-исследовательской деятельности является получение результата исследования. Изучение электрических цепей, электрических и автоматических устройств требует проведения разнообразных измерений и получения определенных зависимостей, снятия вольт-амперных характеристик используемых компонентов. В системах схемотехнического моделирования получение данных ре-

лизуется благодаря разнообразным видам проведения исследования (расчет переходных процессов, расчет частотных характеристик, расчет передаточных характеристик по постоянному току, расчет режима по постоянному току и его динамическое отображение на принципиальной схеме).

Математический аппарат перечисленных режимов расчета в схмотехнических системах позволяет создать виртуальность проведения измерений и визуализировать результаты исследуемых процессов, делая возможным проведение измерений, которые не могут быть выполнены на реальном оборудовании. Использование перечисленных возможностей повышает эффективность формирования метапредметных УУД обучаемых.

Анализ и представление результата, проведенного компьютерного эксперимента – важные этапы учебно-исследовательской деятельности учащегося. Обработка полученных данных, понимание выведенного системой схмотехнического моделирования результата исследования определяют целесообразность планирования последующей исследовательской деятельности учащимся при решении конкретной проблемы. Пакеты схмотехнического моделирования обладают этими возможностями.

Отмеченные выше характеристики схмотехнического моделирования с разнообразными функциями и его использование в учебном процессе позволяют решить проблему формирования УУД учащихся. Кроме этого, эти характеристики подтверждают мнение, что развитие компьютерной техники и ее программного обеспечения все более ориентируется на пользователя, который не умеет программировать, но приме-

няет компьютеры для решения своих учебно-исследовательских задач.

Физика – наука экспериментальная, учебный физический эксперимент – важнейший инструмент в познании физической сущности объектов и явлений природы. Создавая условия для проведения эксперимента, учитель готовит оборудование, собирает установку для эксперимента, выполняет его, получая результат, вместе с учащимися наблюдает изучаемое явление, при необходимости получает его количественную характеристику, а проводя анализ, сопоставляет полученный результат с результатами других экспериментов, объясняет его и делает прогноз новых явлений. Затем следует теоретическое обобщение экспериментального исследованного физического явления.

Основная проблема в реализации принципа цикличности заключается в освоении десятков, сотен учебных экспериментов, охватывающих все разделы школьного курса физики, чтобы метод научного познания стал столь же естественным, как обычное изложение учебного материала.

При использовании компьютерных моделей в процессе обучения физике следует понимать, что учебный физический эксперимент является основой формирования физического мышления учащихся. В цикле научного познания переходы от фактов к модели и от следствий к эксперименту носят интуитивный характер, поэтому именно они определяют сущность физического мышления. Говоря о решении задач, следует отметить, что они относятся к определенной теоретической модели явления и могут затронуть глубинные процессы, формирующие физическое мышление учащихся.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бешенков С. А., Ракитина И. С. Моделирование и формализация. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 336 с.
2. Волкова А. А., Руденко И. В. Проблема формирования универсальных учебных действий // Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии : сб. ст. по мат-лам XIV междунар. науч.-практ. конф. – Ч. I. – Новосибирск : СибАК, 2012. – С. 38–43.
3. Воровщиков С. Г. и др. Метапредметное учебное занятие: ресурс освоения обучающимися универсальных учебных действий : учеб. пособие. – М. : 5 за знания, 2014. – 262 с.
4. Гилядов С. Р. Универсальные учебные действия: два подхода к определению состава и структуры // Педагогическое образование и наука. – 2014. – №5. – С. 71–75.
5. Ерохин В. Ф. Активизация познавательной деятельности учащихся на уроках физики [Электронный ресурс] // Гуманитарные научные исследования. – 2013. – № 4. – Режим доступа: <http://human.snauka.ru/2013/04/2680> (дата обращения: 30.09.2017).
6. Журавлев И. А. Принцип деятельностной наглядности как педагогическая проблема в развитии познавательных универсальных учебных действий [Электронный ресурс] // Современная педагогика. – 2016. – № 10. – Режим доступа: <http://pedagogika.snauka.ru/2016/10/6035> (дата обращения: 01.10.2017).
7. Зуев П. В., Кошечева Е. С. Использование компьютерного моделирования при обучении физике. – Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, 2012. – 240 с.
8. Зуев П. В., Кошечева Е. С. Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения физике на основе схмотехнического моделирования // Педагогическое образование в России. – 2017. – № 7. – С. 79–89.

9. Кощева Е. С., Красноперов Г. В. Использование современных информационных сред на основе идеи холистического подхода в профессиональной подготовке учителя // Педагогическое образование в России. – 2012. – №5. – С. 72–78.
10. Майер Р. В. Информационные технологии и физическое образование. – Глазов : ГГПИ, 2006. – 64 с.
11. Майер Р. В. Компьютерное моделирование физических явлений : монография. – Глазов : ГГПИ, 2009. – 112 с.
12. Осмоловская И. М., Краснова Л. А. Проблема междисциплинарности в исследованиях процесса обучения // Образование и наука. – 2017. – № 7. – С. 9–24.
13. Оспенникова Е. В. Виртуальный лабораторный эксперимент: его методологическая и дидактическая функции // Компьютер в учебном физическом эксперименте. – 2002. – № 15. – С. 79–81.
14. Степанов Ф. Г. Универсальные учебные действия: трудности классификации // Актуальные проблемы психолого-педагогического сопровождения образования в условиях реализации ФГОС нового поколения : ст. участников Всерос. заочн. науч.-практ. конф. – М. : Прометей, 2014. – 198 с.
15. Усольцев А. П., Шамало Т. Н. Наглядность и ее функции в обучении // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 6. – С. 102–109.
16. Шеховцова Л. Д., Прокофьева И. В., Маркова Р. И., Молчанова Е. Метапредметные универсальные умения // Молодой ученый. – 2017. – № 42. – С. 185–187.

#### REFERENCES

1. Beshenkov S. A., Rakitina I. S. Modelirovanie i formalizatsiya. – М. : Laboratoriya Bazovykh Znaniy, 2002. – 336 s.
2. Volkova A. A., Rudenko I. V. Problema formirovaniya universal'nykh uchebnykh deystviy // Lichnost', sem'ya i obshchestvo: voprosy pedagogiki i psikhologii : sb. st. po mat-lam XIV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Ch. I. – Novosibirsk : SibAK, 2012. – С. 38–43.
3. Vorovshchikov S. G. i dr. Metapredmetnoe uchebnoe zanyatie: resurs osvoeniya obuchayushchimisya universal'nykh uchebnykh deystviy : ucheb. posobie. – М. : 5 za znaniya, 2014. – 262 s.
4. Gilyadov S. R. Universal'nye uchebnye deystviya: dva podkhoda k opredeleniyu sostava i struktury // Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka. – 2014. – №5. – С. 71–75.
5. Erokhin V. F. Aktivizatsiya poznavatel'noy deyatel'nosti uchashchikhsya na urokakh fiziki [Elektronnyy resurs] // Gumanitarnye nauchnye issledovaniya. – 2013. – № 4. – Rezhim dostupa: <http://human.snauka.ru/2013/04/2680> (data obrashcheniya: 30.09.2017).
6. Zhuravlev I. A. Printsip deyatel'nostnoy naglyadnosti kak pedagogicheskaya problema v razvitii poznavatel'nykh universal'nykh uchebnykh deystviy [Elektronnyy resurs] // Sovremennaya pedagogika. – 2016. – № 10. – Rezhim dostupa: <http://pedagogika.snauka.ru/2016/10/6035> (data obrashcheniya: 01.10.2017).
7. Zuev P. V., Koshcheeva E. S. Ispol'zovanie komp'yuternogo modelirovaniya pri obuchenii fizike. – Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, 2012. – 240 s.
8. Zuev P. V., Koshcheeva E. S. Razvitie inzhenernogo myshleniya uchashchikhsya v protsesse obucheniya fizike na osnove skhemotekhnicheskogo modelirovaniya // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2017. – № 7. – С. 79–89.
9. Koshcheeva E. S., Krasnoperov G. V. Ispol'zovanie sovremennykh informatsionnykh sred na osnove idei kholisticheskogo podkhoda v professional'noy podgotovke uchitelya // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2012. – №5. – С. 72–78.
10. Mayer R. V. Informatsionnye tekhnologii i fizicheskoe obrazovanie. – Glazov : GGPI, 2006. – 64 s.
11. Mayer R. V. Komp'yuternoe modelirovanie fizicheskikh yavleniy : monografiya. – Glazov : GGPI, 2009. – 112 s.
12. Osolovskaya I. M., Krasnova L. A. Problema mezhdistsiplinarnosti v issledovaniyakh protsessa obucheniya // Obrazovanie i nauka. – 2017. – № 7. – С. 9–24.
13. Ospennikova E. V. Virtual'nyy laboratornyy eksperiment: ego metodologicheskaya i didakticheskaya funktsii // Komp'yuter v uchebnom fizicheskom eksperimente. – 2002. – № 15. – С. 79–81.
14. Stepanov F. G. Universal'nye uchebnye deystviya: trudnosti klassifikatsii // Aktual'nye problemy psikhologo-pedagogicheskogo soprovozhdeniya obrazovaniya v usloviyakh realizatsii FGOS novogo pokoleniya : st. uchastnikov Vseros. zaochn. nauch.-prakt. konf. – М. : Prometey, 2014. – 198 s.
15. Usol'tsev A. P., Shamalo T. N. Naglyadnost' i ee funktsii v obuchenii // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2016. – № 6. – С. 102–109.
16. Shekhovtsova L. D., Prokofeva I. V., Markova R. I., Molchanova E. Metapredmetnye universal'nye umeniya // Molodoy uchenyy. – 2017. – № 42. – С. 185–187.