

*На правах рукописи*

**ВИНОГРАДОВ Денис Викторович**

**РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ  
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания  
(физика, уровень профессионального образования)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук



Екатеринбург– 2005

ГБОУ РГПУиС

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия»

- Научный руководитель – доктор педагогических наук, профессор  
Шамало Тамара Николаевна
- Официальные оппоненты – доктор физико-математических наук, профессор  
Сидоренко Феликс Аронович
- кандидат педагогических наук, доцент  
Усольцев Александр Петрович
- Ведущая организация – Курганский государственный университет

Защита состоится 1 июля 2005 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета К 212.283.07 при ГОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет» по адресу 620017, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 9а, ауд. I.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале научной библиотеки Уральского государственного педагогического университета.

Автореферат разослан 30 мая 2005 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Зуев П. В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Современный этап общественного развития характеризуется повсеместным внедрением информационных технологий, что предъявляет новые требования к школьному образованию и, соответственно, к подготовке будущего учителя. Перед педагогическим образованием стоит задача подготовки педагогов способных обучить молодых граждан самостоятельно приобретать необходимые знания, осваивать новые виды деятельности и, как следствие, быть успешными в жизни.

Выбор человеком оптимальной стратегии своей деятельности, на основе анализа и синтеза полученной информации, невозможен при низком уровне развития теоретического мышления. Необходимость поиска новых эффективных средств развития теоретического мышления у студентов педагогических вузов обусловлена его значимостью для последующей успешной самореализации школьника.

Среди естественнонаучных дисциплин физика обладает наибольшим потенциалом для развития теоретического мышления, тем не менее, он реализуется не в полной мере. Это объясняется прежде всего тем, что при подготовке будущих педагогов-физиков не ставится задача целенаправленного развития их теоретического мышления. Такой вывод позволяет сделать анализ Государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ГОС ВПО) и существующего методического обеспечения учебного процесса в вузе, которые также не ориентированны на решение вышеуказанной задачи. Кроме того, использование информационных технологий, развитие которых предоставило дополнительные возможности для решения данной проблемы, также не оказало существенного влияния на методику развития теоретического мышления.

В фундаментальных работах Э.В.Ильенкова, П.В.Копнина, А.И.Ракитова, М. А. Розова, В. С. Степина, В. С. Швырева, В. А. Штоффа посвященных методологическим проблемам формирования теоретического мышления, а также в научно-методических исследованиях В.Ф.Ефименко, Г.М.Голина, С.Е.Каменецкого, В.Н.Мошанского, В.В.Мултановского, Н.А.Солодухина проблеме развития теоретического мышления уделялось большое внимание. Однако, несмотря на значительные научные результаты, полученные психологами и дидактами, методическая проблема, связанная с развитием теоретического мышления у студентов, не нашла своего решения.

Среди диссертационных исследований в области теории и методики обучения физике формированию теоретического мышления посвящена работа О.В.Куликовой. В ней рассматривался вопрос развития теоретического мышления у учащихся общеобразовательной школы. Повышение уровня теоретического мышления у будущих учителей физики в процессе изучения вузовского курса физики до настоящего времени не являлось предметом диссертационных исследований. Между тем информационные технологии, и в частности их использование в моделировании, предоставляют большие дидактические возможности для развития теоретического мышления будущих учителей физики.

Анализ методологической, научно-методической, психолого-педагогической литературы и педагогической практики высших учебных заведений позволил выявить следующие **противоречия**:

- между возросшей ролью информационных технологий в современном образовании и недостаточным их использованием для интеллектуального развития обучающихся;
- между дидактическими возможностями физики и компьютерного моделирования при развитии теоретического мышления и недостаточной их реализацией в профессиональном образовании.

Важность разрешения указанных противоречий обуславливает актуальность данного диссертационного исследования, а также определяет его **проблему**: Какой должна быть методика развития теоретического мышления в педагогическом вузе при обучении физике, чтобы у будущих учителей физики оно было сформировано на высоком уровне?

**Объект исследования** – процесс обучения физике студентов физических факультетов в педагогическом вузе.

**Предмет исследования** – развитие теоретического мышления будущих учителей физики в процессе обучения физике при использовании компьютерного моделирования.

**Цель исследования** – разработать и научно обосновать методику обучения физике, реализация которой обеспечит высокий уровень развития теоретического мышления будущих учителей физики.

**Гипотеза исследования**: если для построения методики развития теоретического мышления будет применена созданная на основе структурно-функционального подхода дидактическая модель развития теоретического мышления, элементы которой предполагают использование исследовательского метода обучения и метода компьютерного моделирования, то реализация этой

методики при обучении физике в педагогическом вузе обеспечит высокий уровень развития теоретического мышления будущих учителей физики.

В качестве критериев эффективности предложенной методики были приняты:

- уровни развития структурного компонента теоретического мышления (очень низкий, низкий, средний, высокий, очень высокий), определяемые по тесту Амтхауэра;
- уровни развития функционального компонента теоретического мышления (очень низкий, низкий, средний, высокий, очень высокий), определяемые по тесту Беннета;
- уровни сформированности умения решать физические задачи (1-5 уровни), определенные А. В. Усовой и Н. Н. Тулькибаевой.

Исходя из цели исследования и сформулированной гипотезы, были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать состояние проблемы развития теоретического мышления обучающихся в психолого-педагогической и научно-методической литературе, а также в практике работы педагогических вузов.
2. Разработать дидактическую модель развития теоретического мышления обучающихся на основе структурно-функционального подхода.
3. Разработать методику развития теоретического мышления студентов при обучении физике в педагогическом вузе на основе предложенной модели.
4. Разработать содержание лабораторных работ по физике и заданий для самостоятельной работы студентов, при выполнении которых используется компьютерное моделирование.
5. Провести педагогический эксперимент с целью проверки эффективности разработанной методики.

**Теоретико-методологическую основу исследования** составляют:

- теоретические исследования в области психологии (Л.С.Выготский, П.Я.Гальперин, В.В.Давыдов, А.З.Зак, А.Н.Леонтьев, С.Л.Рубинштейн, Н.И.Чуприкова);
- результаты теоретических исследований в области теории и методики обучения (С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурьшева И.Г. Пустильник, А.В. Усова, Т.Н.Шамало);
- теория формирования и развития экспериментальных умений в процессе изучения физики (Л.И. Анциферов, П. В. Зуев, В. В. Майер);
- теория формирования и развития познавательных умений в процессе изучения физики (А.А.Бобров, А.В.Усова);

- результаты методических исследований в области теории и методики обучения физике с использованием компьютерного моделирования (Х. Гулд, А. С. Кондратьев В. В. Лаптев, А. П. Михайлов, А. А. Самарский, П. В. Турусов, Я. Тобочник).

- теория и методы математической статистики в педагогических и психологических исследованиях (Дж. Гласс, Дж. Стенли).

Для решения поставленных нами задач были выбраны следующие **методы исследования**:

- концептуальный и сравнительный анализ философской, психолого-педагогической и научно-методической литературы;
- анализ государственных образовательных стандартов, программ, учебных пособий и методических материалов;
- изучение и обобщение опыта учителей;
- проектирование и конструирование учебного курса, направленного на достижение поставленных целей обучения;
- моделирование деятельности субъектов обучения в процессе развития теоретического мышления;
- педагогический эксперимент;
- статистический анализ результатов педагогического эксперимента.

Исследование осуществлялось в три этапа с 2000 по 2005 годы.

Первый этап – констатирующий эксперимент (2000 – 2001 гг.), в процессе которого проводилось изучение философской, педагогической, психологической, методической и специальной литературы, относящейся к исследуемой проблеме, осуществлялось теоретическое обоснование темы, определялись задачи исследования. Практический аспект работы состоял в разработке и проведении констатирующего эксперимента, который заключался в определении оптимальных условий реализации структурно-функционального подхода к развитию теоретического мышления студентов физических факультетов педагогических вузов в процессе обучения физике на основе использования компьютерного моделирования.

Второй этап – поисковый эксперимент (2001 – 2002 гг.), заключался в разработке методики обучения будущих учителей физики, направленной на развитие структурного и функционального компонентов теоретического мышления. Практический аспект исследования включал экспериментальную про-

верку разработанной методики, ее анализ и создание дидактических материалов (лекций, лабораторных работ и компьютерных тестов).

Третий этап – формирующий эксперимент (2001 – 2005 гг.), который состоял в проведении оценки и корректировании разработанной методики развития теоретического мышления будущих учителей физики при обучении физике на основе использования компьютерного моделирования, а также подтверждении гипотезы исследования.

**Научная новизна исследования.** В отличие от исследования О. В. Куликовой, применившей структурно-функциональный подход к созданию методики развития теоретического мышления старшеклассников, в нашем исследовании ставится и решается проблема развития теоретического мышления у будущих учителей в процессе обучения физике:

- разработана дидактическая модель развития теоретического мышления студентов в процессе обучения физике в педагогическом вузе. Основой дидактической модели является структурно-функциональный подход к развитию теоретического мышления;

- предложен комплекс экспериментальных задач, лабораторных работ по физике и заданий для самостоятельной работы студентов, дифференцированных по уровням развития теоретического мышления.

**Теоретическая значимость** работы состоит в следующем:

- научно обоснована целесообразность применения структурно-функционального подхода к созданию методики развития теоретического мышления будущих учителей физики, использование которой обеспечивает развитие у студентов умений проводить анализ, синтез и рефлексию;

- определено и обосновано содержание двух этапов (аналитико-синтетического и рефлексивного), выделенных на основании последовательности логических операций анализа, синтеза и рефлексии в процессе обучения и соответствующих развитию структурного и функционального компонентов теоретического мышления студентов;

- на основании структурно-функционального подхода разработана дидактическая модель развития теоретического мышления будущих учителей физики, включающая четыре этапа (создание модели, выяснение границ применения модели, практического использования модели, определение теоретической системы, в которую входит модель).

**Практическая значимость** диссертационного исследования заключается в том, что результаты исследования доведены до уровня конкретных ме-

тодических рекомендаций:

- разработан и внедрен в учебный процесс учебно-методический комплекс «Вычислительная физика», реализация которого обеспечивает целенаправленное развитие теоретического мышления в процессе обучения физике. Учебно-методический комплекс содержит учебную программу, курс лекционных занятий, систему лабораторных работ, методические рекомендации и задания для самостоятельной работы студентов.

- разработаны и внедрены в учебный процесс педагогические программные средства по отдельным разделам курсов общей и теоретической физики («Фазовые переходы», «Движение в поле центральных сил», «Туннельный эффект» и др.).

**Достоверность и обоснованность результатов и выводов исследования подтверждена:**

- анализом психолого-педагогической и методической литературы по обучению физике в высшей школе;

- обобщением педагогического опыта преподавателей по теме исследования;

- выбором и использованием взаимодополняющих методов педагогических исследований, соответствующих поставленным задачам; статистической обработкой данных педагогического эксперимента;

- результатами обсуждения на международных, всероссийских и региональных научно-методических конференциях, а также на семинарах кафедры физики и методики преподавания физики Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии.

**Апробация и внедрение** результатов исследования осуществлялось в процессе опытно-поисковой работы на физико-математических факультетах Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии и Шадринского государственного педагогического института.

Основные положения диссертации обсуждались: на Международных научно-методических конференциях «Информационные технологии в общеобразовательной школе» в г. Новосибирск (2000 г.), «Школьный физический эксперимент: проблемы и решения» в г. Глазов (2001 г.), «Повышение эффективности подготовки учителей физики, информатики, технологии в условиях новой образовательной парадигмы» в г. Екатеринбург (2001 г.), «Повышение эффективности подготовки физики и информатики в современных условиях» в г. Екатеринбург (2002 г.), «Информационные технологии в естественных, тех-

нических и гуманитарных науках» в г. Таганрог (2002 г.), «Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики в условиях модернизации российского образования» в г. Екатеринбург (2003 г.), «Физика в системе современного образования» в г. Санкт-Петербург (2003 г.), «Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики в современных условиях» в г. Екатеринбург (2004, 2005 гг.); на всероссийских научно-методических конференциях «Школа и вуз: достижения и проблемы непрерывного физического образования» в г. Екатеринбург (2000 г.), «Методологические аспекты в профессиональной подготовке учителя физики» в г. Нижний Тагил (2001 г.), «Проблемы интеграции естественнонаучных дисциплин в высшем педагогическом образовании» в г. Н. Новгород (2001 г.), «Седьмая Всероссийская научная конференция студентов физиков и молодых ученых АСФ – 2001» в г. С. Петербург (2001 г.), «Наука. Техника. Инновации» в г. Новосибирск (2001 г.), «Теоретические и прикладные проблемы информационных технологий» в г. Улан-Удэ (2001 г.), «Информатизация образования – 2002» в г. Нижний Тагил (2002 г.), «Информационные технологии в высшей и средней школе» в г. Нижневартовск (2003 г.).

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Необходимость поиска новых эффективных средств развития теоретического мышления у будущих учителей физики обусловлена изменением требований к их профессиональной деятельности, которые предъявляются обществом в условиях его информатизации. Содержание дисциплин общей и теоретической физики, дисциплин по выбору предметного цикла позволяет реализовать социальный заказ общества и стать предметной основой развития теоретического мышления студентов педагогических вузов.

2. Для создания дидактической модели развития теоретического мышления в процессе обучения физике целесообразно использовать структурно-функциональный подход. Предложенная дидактическая модель, состоящая из четырех этапов (создание модели, выяснение границ применения модели, практическое использование модели, определение теоретической системы, в которую входит модель), должна служить основой для создания методики развития теоретического мышления студентов в процессе обучения физике.

3. При разработке методики развития теоретического мышления в процессе обучения физике следует предусмотреть использование исследовательского метода обучения и метода компьютерного моделирования, как наиболее целесообразных для решения данной задачи. Первоначальное предъявление об-

разцов деятельности, постепенное уменьшение ведущей роли педагога и повышение познавательной самостоятельности обучаемого при реализации предлагаемой методики обеспечивают эффективность развития теоретического мышления будущих учителей физики.

4. Повышение уровней развития структурного и функционального компонентов теоретического мышления и умений применять метод компьютерного моделирования (при решении физических задач и выполнении лабораторного практикума) являются критериями эффективности предложенной методики.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 170 страницах, состоит из введения, трех глав, заключения и библиографического списка, включающего 218 источников. В тексте содержится 88 рисунков и 14 таблиц.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Во введении** обоснована актуальность, сформулированы цель, объект, предмет и задачи исследования, его методологические основы, раскрываются методы и этапы исследования, его научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приводятся основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** «*Структурно-функциональный подход к развитию теоретического мышления*» проведен анализ теоретической, психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования.

В первом параграфе «*Методологический и психолого-педагогический аспект развития теоретического мышления*» проанализированы работы Г. В. Ф. Гегеля, Э. В. Ильенкова, В. А. Лекторского, М. К. Мамардашвили, А. И. Ракитова, В. С. Степина, В. С. Швырева, В.А. Штоффа и др., посвященные методологическим вопросам теоретического мышления. В этих исследованиях под теоретическим мышлением понимается мыслительная деятельность, в процессе которой, с помощью операций анализа и синтеза, производится изучение объективной реальности, а в ходе рефлексии происходит формирование понятий, построение гипотез, теорий и моделей. На основании последовательности операций анализа, синтеза и рефлексии в теоретическом мышлении выделяют *структурный* (преобладающие операции анализа и синтеза) и *функциональный* (преобладающая операция рефлексия) компоненты.

На основе анализа работ Л. С. Выгодского, П. Я. Гальперина, В. В. Давыдова, А. З. Зака, С. Л. Рубинштейна и др. нами был рассмотрен психолого-

педагогический аспект развития теоретического мышления, отражающий активность субъекта в познании. В этих исследованиях теоретическое мышление обучающихся с позиции *структурно-функционального подхода* рассматривается как сложный познавательный процесс перехода от явления к сущности и от сущности к явлению. В результате указанного познавательного процесса формируется умение строить модели, проводить их исследование и анализировать полученные результаты.

Основанием развития теоретического мышления, согласно результатам психологических исследований С. Л. Рубинштейна, является овладение учащимися теоретическими знаниями в ходе обучения.

Согласно теории поэтапного формирования умственных действий, разработанной П. Я. Гальпериним, развитие теоретического мышления может успешно осуществляться на базе полной ориентировочной основы (ориентировочная основа третьего типа).

В результате анализа теоретической, психолого-педагогической и методической литературы по теме исследования можно сделать следующее заключение. Применение структурно-функционального подхода может являться основанием для построения дидактической модели развития теоретического мышления студентов в процессе обучения физике на основе использования компьютерного моделирования. При этом дидактическая модель должна предусматривать две фазы развития теоретического мышления. Реализация *первой фазы «Создание компьютерной модели»* имеет целью приоритетное развитие *структурного компонента* теоретического мышления (приоритетное развитие операций анализа и синтеза). Ориентировочной основой учебной деятельности третьего типа здесь выступают предоставляемые обучаемым образцы деятельности по построению компьютерных моделей физических явлений или процессов. Реализация *второй фазы «Использование компьютерной модели»* решает задачу приоритетного развития *функционального компонента* теоретического мышления (приоритетное развитие рефлексии). При этом ориентировочной основой учебной деятельности третьего типа являются предоставляемые обучаемым образцы деятельности по исследованию и дальнейшему применению компьютерных моделей физических явлений или процессов при решении физических задач и в процессе выполнения лабораторного практикума.

Во втором параграфе «Реализация структурно-функционального подхода к развитию теоретического мышления в процессе обучения физике» показана возможность применения исследовательского метода обучения реализации

структурно-функционального подхода к развитию теоретического мышления. Анализ деятельности при проведении научного и учебного исследования позволил сделать вывод о их методологическом единстве. Поскольку компьютерное моделирование является одним из методов научно-теоретического исследования, это позволяет провести аналогию между моделированием в научном и учебном исследовании.

В процессе деятельности по созданию и изучению модели физического явления или процесса происходит фазное развитие структурного и функционального компонентов теоретического мышления. При реализации исследовательского метода обучения физике на основе использования компьютерного моделирования учащиеся самостоятельно создают компьютерную модель физического процесса или явления, вместе с тем, это не исключает управляющую деятельность педагога, которая подразумевает предоставление образцов деятельности, контроль и оценку результатов деятельности. На примере решения задачи о случайных блужданиях показана возможность реализации исследовательского метода при обучении физике на основе использования компьютерного моделирования.

В третьем параграфе «Компьютерное моделирование как средство развития теоретического мышления» рассмотрены гносеологический и методологический аспекты компьютерного моделирования. На примере создания компьютерной модели физического процесса – движения планеты в системе двух звезд, раскрывается содержание этапов процесса компьютерного моделирования.

Во второй главе *«Методика развития теоретического мышления в процессе обучения физике»* приводится разработанная нами дидактическая модель развития теоретического мышления; приведена методика развития структурного и функционального компонентов теоретического мышления при изучении теоретического материала и проведении лабораторных работ.

В первом параграфе «Дидактическая модель развития теоретического мышления студентов в процессе обучения физике на основе использования компьютерного моделирования» обсуждаются методические подходы к конструированию процесса обучения физике с использованием средств компьютерного моделирования, предложенные в работах Х. Гулда, А. С. Кондратьева, В. В. Лаптева, А. П. Михайлова, А. А. Самарского, Я. Тобочника, П. В. Турусова, Т. Э. Филиппова. Поскольку в представленных работах не рассматривается вопрос о развитии теоретического мышления студентов в процессе обучения физике, то нам

предстояло провести обобщение результатов проведенных исследований и разработать новый подход, основой которого явилась дидактическая модель развития теоретического мышления (таблица 1). Предложенная модель предусматривает две фазы развития теоретического мышления «Создание компьютерной модели» и «Использование компьютерной модели».

Дидактической целью реализации *первой фазы «Создание компьютерной модели»* является приоритетное развитие структурного компонента теоретического мышления. Эта часть представлена одним этапом модели, который включает в себя четыре элемента. Результатом деятельности студента при осуществлении первого этапа, является проведенный анализ изученного материала по физике и созданная им компьютерная модель физического процесса или явления.

Реализация *второй фазы «Использование компьютерной модели»* имеет целью приоритетное развитие *функционального компонента* теоретического мышления. Эта часть представлена тремя этапами (второй–четвертый), которые включают в себя четыре элемента.

На втором этапе, состоящем из двух элементов, в процессе создания программного комплекса и анализа результатов моделирования студент осваивает и применяет выбранные способы и методы исследования, проверяет соответствие промежуточных и конечных результатов установленным критериям, а также производит проверку сформулированных гипотез.

Третий этап, представленный одним элементом, отражает процесс объяснения явлений реального мира с помощью построенной модели. Полученные результаты моделирования обучаемый использует при решении физических задач и выполнении лабораторного практикума.

На четвертом этапе, состоящем из одного элемента, структурируются и систематизируются знания, полученные при изучении и применении компьютерной модели физического процесса или явления.

Результатом деятельности студента при осуществлении второго – четвертого этапов является освоение им способов и методов исследования, структурирование полученных знаний, рефлексия изученного материала по физике и практическое применение созданной компьютерной модели физического процесса или явления.

Второй параграф «Развитие теоретического мышления в процессе обучения физике на основе использования компьютерного моделирования» посвящен реализации предложенной дидактической модели при изучении курса

Таблица 1

## Дидактическая модель развития теоретического мышления

Фаза развития теоретического мышления	Этап развития теоретического мышления	Элемент модели	Дидактические цели
«Создание компьютерной модели» Цель реализации – развитие структурного компонента теоретического мышления	Первый этап. Изучение материала и создание модели в процессе формирования теоретической системы знаний	Постановка цели создания модели	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выдвижение цели и последующее соотнесение с ней хода моделирования;</li> <li>• объяснение необходимости постановки цели;</li> <li>• побуждение учеников к анализу имеющихся знаний для выделения процедуры целеполагания.</li> </ul>
		Выдвижение гипотез	<ul style="list-style-type: none"> <li>• анализ ранее изученного материала;</li> <li>• высказывание предположений о результатах предстоящего моделирования;</li> <li>• установление внутрисубъектных и межсубъектных структурно-логических связей.</li> </ul>
		Составление плана создания модели	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выделение компонентов деятельности;</li> <li>• анализ известных компонентов деятельности;</li> <li>• воспроизведение имеющихся знаний и умений, необходимых для построения модели;</li> <li>• определение круга недостающей информации и путей ее поиска;</li> <li>• разработка неизвестных компонентов деятельности.</li> </ul>
		Выбор средств и способов исследования модели	<ul style="list-style-type: none"> <li>• определение методов, применимых для исследования;</li> <li>• определение степени точности получаемых результатов.</li> </ul>
«Использование компьютерной модели» Цель реализации – развитие функционального компонента теоретического мышления	Второй этап. Выяснение границ применения модели как теоретического отражения реальной действительности	Создание программного комплекса	<ul style="list-style-type: none"> <li>• освоение и применение выбранных способов и методов исследования;</li> <li>• проверка соответствия промежуточных результатов установленным критериям.</li> </ul>
		Анализ результатов моделирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• проверка соответствия конечных результатов установленным критериям;</li> <li>• проверка сформулированных гипотез.</li> </ul>
	Третий этап. Объяснение явлений реального мира и практическое использование теоретических знаний в форме модели	Использование результатов моделирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• интерпретация результатов;</li> <li>• анализ условий, в которых протекало исследуемое явление;</li> <li>• практическое использование результатов моделирования.</li> </ul>
Четвертый этап. Уточнение и определение теоретической системы, в которую входит данная модель, с позиции целостного подхода		Структурирование знаний, полученных при изучении модели	<ul style="list-style-type: none"> <li>• систематизация и закрепление теоретических знаний студентов в процессе формирования единой физической картины мира</li> </ul>

«Вычислительная физика» (ДПП.В.00. – дисциплины и курсы по выбору студентов, устанавливаемые вузом). Развитие структурного и функционального компонентов теоретического мышления при изучении теоретического материала, решении задач и выполнении лабораторных работ по физике осуществляется на основе использования компьютерного моделирования. Первоначально обучаемым предъявляются образцы деятельности по созданию и практическому использованию компьютерных моделей физических явлений. В процессе освоения указанных образцов деятельности происходит постепенное уменьшение ведущей роли педагога в сочетании с повышением познавательной самостоятельности обучаемых.

В третьей главе «Педагогический эксперимент и его результаты» рассмотрены этапы педагогического эксперимента, указаны используемые методы, приведены результаты исследования и их анализ.

Педагогический эксперимент осуществлялся на протяжении 2000-2005 гг., и включал три этапа: констатирующий, поисковый и формирующий. Его целью являлась проверка эффективности разработанной методики обучения физике, направленной на развитие теоретического мышления у будущих учителей физики.

В первом параграфе «Организация педагогического эксперимента» изложены организационные условия педагогического эксперимента. Педагогический эксперимент проводился в Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии и Шадринском государственном педагогическом институте в течение шести лет. Общее число студентов третьих курсов физико-математических факультетов НГСПА и ШГПИ, принявших участие в педагогическом эксперименте, составило 425 человек, преподавателей – 15.

Во втором параграфе «Констатирующий и поисковый этапы педагогического эксперимента» раскрывается содержание первых двух этапов эксперимента.

На *констатирующем этапе* (2000-2001 гг.) осуществлялся теоретический анализ философской, педагогической, психологической литературы по теме исследования, обобщался материал наблюдений, анализировался опыт преподавания физики в педагогическом вузе. С помощью анкетирования выяснялись методические подходы, используемые преподавателями для развития теоретического мышления и возможности обучения физике с использованием компьютерного моделирования для решения этой задачи. Основной задачей данного этапа было определения уровня развития теоретического мышления студентов, обучающихся по специальности «учитель физики». Для этого был

использован тест Амтхауэра. Анализ результатов тестирования (рис.1) позволяет сделать вывод, что 38% студентов имеют высокий и 5% студентов очень высокий уровни развития теоретического мышления.

Сложившаяся ситуация, на наш взгляд, объясняется отсутствием целенаправленной методики обучения физике, направленной на развитие теоретического мышления студентов. Анализ результатов констатирующего этапа эксперимента позволил сделать вывод о необходимости разработки методики обучения физике на основе использования компьютерного моделирования направленной на развитие теоретического типа мышления. На этом этапе исследования принимали участие 15 преподавателей и 230 студентов Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии и Шадринского государственного педагогического института.

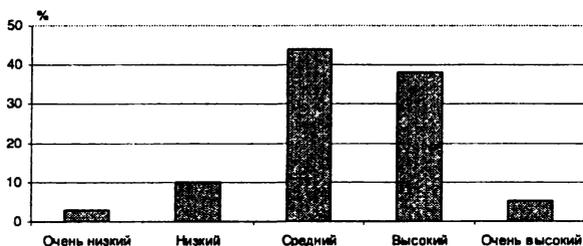


Рис.1. Распределение студентов по уровням развития теоретического мышления на констатирующем этапе эксперимента

На втором (*поисковом*) этапе педагогического эксперимента (2001–2003 гг.) проводилась разработка методики развития теоретического мышления при обучении физике студентов третьих курсов при использовании компьютерного моделирования.

Были решены следующие задачи: определены адекватные поставленным целям обучения формы, методы и средства, разработана методика развития у студентов теоретического мышления при изучении физики с использованием компьютерного моделирования, разработана методика диагностики уровней развития структурного и функционального компонентов теоретического мышления и уровней развития умения применять метод компьютерного моделирования при решении физических задач и выполнении лабораторного практикума.

В третьем параграфе «Методика проведения и анализ результатов формирующего этапа педагогического эксперимента» описывается экспериментальная работа по проверке результативности применения разработанной методики по развитию теоретического мышления у будущих учителей физики.

Формирующий этап проводился с 2001 по 2005 гг. на базе физико-математических факультетов Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии и Шадринского государственного педагогического института и был реализован средствами курса «Вычислительная физика» для студентов-физиков, обучающихся на третьем курсе. Педагогическая нагрузка была выделена за счет курсов по выбору студента, устанавливаемых вузом. Для выяснения динамики уровня развития теоретического мышления (за пять лет проведения формирующего этапа эксперимента) была образована генеральная выборочная совокупность студентов третьих курсов из 425 человек (215 человек – экспериментальная группа, 210 человек – контрольная группа).

Репрезентативность выбора контрольной и экспериментальной групп была определена на основе результатов входного тестирования студентов с использованием тестов Амтхауэра и Беннета, до применения экспериментальной методики. С помощью  $t$ -критерия Стьюдента показано, что с достоверностью 95% уровень развития структурного и функционального компонентов теоретического мышления студентов экспериментальной группы не отличается от контрольной группы.

Результаты развития структурного компонента теоретического мышления, после обучения по экспериментальной методике, были проверены с помощью теста Амтхауэра. Сравнивались результаты тестов, выполненных в экспериментальных группах (215 человек) и контрольных группах (210 человек), не изучавших этот курс.

Распределение студентов экспериментальных и контрольных групп, по уровням развития структурного компонента теоретического мышления приведено на рис. 2.

Итоговый уровень развития функционального компонента теоретического мышления, после обучения по предложенной методике, был проверен с помощью теста Беннета. Распределение студентов экспериментальных (215 человек) и контрольных групп (210 человек), по уровням развития функционального компонента теоретического мышления приведено на рис. 3.

Результат развития теоретического мышления, согласно предложенной методике, определяется двумя критериями – уровнями развития структурного и

функционального компонентов теоретического мышления. Структурный и функциональный компонент имеют пять уровней развития (очень низкий, низкий, средний, высокий и очень высокий), что позволяет ввести ранговую нормированную шкалу со значениями 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1.



Рис.2. Распределение студентов по уровням развития структурного компонента теоретического мышления после применения экспериментальной методики

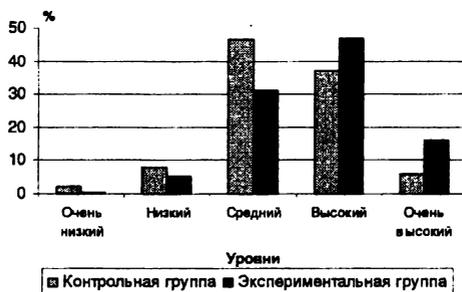


Рис.3. Распределение студентов по уровням развития функционального компонента теоретического мышления после применения экспериментальной методики

В качестве обобщенного критерия развития теоретического мышления, в котором находят свое отражение уровни развития структурного и функционального компонентов теоретического мышления, мы принимаем соотношение:

$$K = \frac{K_{СТ} + K_{Ф}}{2},$$

где:  $K_{CT}$  – уровень развития структурного компонента теоретического мышления,  $K_{\Phi}$  – уровень развития функционального компонента теоретического мышления.

Данные условия установлены эмпирически, их целесообразность подтверждена мнением педагогов участвовавших в педагогическом эксперименте. На основе предложенных В.П. Беспалько уровней усвоения, нами выделены низкий, удовлетворительный, средний и высокий уровни развития теоретического мышления, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Уровни развития теоретического мышления

Уровень развития теоретического мышления	Значения $K$
Низкий	$K < 0,7$
Удовлетворительный	$0,7 \leq K < 0,8$
Средний	$0,8 \leq K < 0,9$
Высокий	$0,9 \leq K \leq 1$

Используя результаты диагностики уровней развития структурного и функционального компонентов теоретического мышления, представленные выше, были вычислены значения обобщенного коэффициента развития теоретического мышления  $K$  у каждого из студентов экспериментальной и контрольной групп.

Для сопоставления результатов в полученных экспериментальных и контрольных группах, т.е. двух статистически независимых выборках, использовался стандартный статистический метод Пирсона  $\chi^2$ . Количество дифференцируемых уровней успешности равно четырем («низкий», «удовлетворительный», «средний», «высокий»), следовательно, число степеней свободы  $\nu = 3$ .

Соответствующие критические значения  $\chi^2$  составляют для уровня значимости  $p \leq 0,05$   $(\chi^2)_{кр} = 7,82$ . В соответствии с особенностями метода, если  $(\chi^2)_{экс} < (\chi^2)_{кр}$  для  $p \leq 0,05$  то принимается нулевая гипотеза; если  $(\chi^2)_{экс} \geq (\chi^2)_{кр}$  для  $p \leq 0,05$  – принимается экспериментальная гипотеза. Нами получено значение  $(\chi^2)_{экс} = 23,83$ . Сопоставление значений  $(\chi^2)_{кр}$  и  $(\chi^2)_{экс}$  позволяет отклонить нулевую гипотезу и принять альтернативную, а именно, уровень развития теоретического мышления в экспериментальной группе выше, чем в контрольной с достоверностью не менее 95%.

Диагностика уровня развития умения применять метод компьютерного моделирования при решении физических задач и выполнении лабораторного практикума проводилась с использованием комплекса физических задач различных уровней сложности. Задачи предлагались студентам контрольной (210 человек) и экспериментальной групп (215 человек), по завершению педагогического эксперимента, в порядке увеличения их сложности. Критериями уровней умения применять метод компьютерного моделирования при решении физических задач и выполнении лабораторного практикума послужили пять уровней сформированности умения решать физические задачи, предложенные Н. Н. Тулькибаевой и А. В. Усовой.

Для сопоставления результатов экспериментальных и контрольных групп, т.е. двух статистически независимых выборок, использовался стандартный статистический метод Пирсона  $\chi^2$ . Количество дифференцируемых уровней успешности равно пяти, следовательно, число степеней свободы  $\nu = 4$ . Соответствующие критические значения  $\chi^2$  составляют для уровня значимости  $p \leq 0,05$   $(\chi^2)_{кр} = 9,49$ . Нами получено значение  $(\chi^2)_{экс} = 31,32$ . Сопоставление значений  $(\chi^2)_{кр}$  и  $(\chi^2)_{экс}$  позволяет сделать вывод, что уровень умения применять метод компьютерного моделирования при решении задач и выполнении лабораторного практикума в экспериментальной группе выше, чем в контрольной с достоверностью не менее 95%.

### **Основные результаты исследования**

В процессе проведенного исследования полностью подтвердилась выдвинутая гипотеза, были решены поставленные задачи, что позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Проведен анализ состояния проблемы развития теоретического мышления обучающихся в психолого-педагогической и научно-методической литературе, а также в практике работы педагогических вузов. Установлена необходимость и возможность разработки методики развития теоретического мышления будущих учителей физики в процессе их обучения, реализация которой обеспечит существенное повышение уровня развития теоретического мышления.

2. Научно обоснована целесообразность применения структурно-функционального подхода для построения дидактической модели развития теоретического мышления студентов в процессе обучения физике в педагогическом вузе.

3. Разработанная дидактическая модель развития теоретического мыш-

ления будущих учителей физики, включающая четыре этапа (создания модели, выяснения границ применения модели, практического использования модели, определение теоретической системы, в которую входит модель), позволяет создать методику развития у студентов его структурного и функционального компонентов.

4. Создана методика развития теоретического мышления у будущих учителей физики, основанная на предложенной дидактической модели, элементы модели реализованы с использованием исследовательского метода обучения и метода компьютерного моделирования.

5. Предложен комплекс экспериментальных задач, лабораторных работ по физике и заданий для самостоятельной работы студентов, дифференцированных с учетом уровней развития теоретического мышления студентов;

6. Разработаны и внедрены в учебный процесс педагогические программные средства по отдельным разделам курсов общей и теоретической физики («Фазовые переходы», «Движение в поле центральных сил», «Туннельный эффект» и др.).

7. Проведенный педагогический эксперимент показал эффективность разработанной методики развития теоретического мышления будущих учителей физики в процессе изучения физики.

Дальнейшее решение проблемы разработки эффективной методики развития теоретического мышления при обучении физике может заключаться в совершенствовании учебно-методического обеспечения и разработке новых педагогических программных средств.

По теме исследования имеются следующие публикации:

1. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Программа для моделирования фазовых переходов // Проблемы учебного физического эксперимента: Сб. науч. трудов. Вып. 12.– М.: ИОСО РАО, 2001.– С. 53–57.
2. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Методика использования пакета Mathcad в преподавании физики (на примере движения частицы в потенциале Энона-Хейлеса) // Повышение эффективности подготовки учителей физики, информатики, технологии в условиях новой образовательной парадигмы: Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. / Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2004. – С. 163–165.
3. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Методика использования пакета Mathcad в преподавании физики (на примере модели белого карлика) // Образовательные технологии: Межвуз. сборник науч. трудов. Вып. 7. – Воронеж:

Изд-во ВГПУ, 2001.– С. 78–84.

4. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Компьютерное моделирование как средство реализации новой образовательной парадигмы // Методологические аспекты в профессиональной подготовке учителя физики: Материалы XXXIV зональной конференции педвузов Урала, Сибири и Дальнего Востока / Нижнетагильский гос. пед. ин-т. – Нижний Тагил, 2000. – С. 77.
5. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Методика использования персонального компьютера в преподавании квантовой механики // Теоретические и прикладные проблемы информационных технологий: Материалы Всерос. науч.-технич. конф. / Вост.-сиб. гос. тех. ун-т.–Улан-Удэ, 2001.– С. 245–251.
6. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В., Попов С.Е.* Моделирование поведения статистической системы в процессе релаксации и состоянии равновесия // Региональная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука. Техника. Инновации»: Тезисы докладов. Ч.1. Новосибирск: Изд-во НТГУ, 2001.– С.4–5.
7. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Методическое обеспечение лабораторного практикума по вычислительной физике // Информатика и информационные технологии в образовании: Сб. науч. работ. / Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2001. – С.9–15.
8. *Виноградов Д.В.* Моделирование процесса релаксации статистической системы // Ученые записки НТГПИ. Вып. IV / Нижнетагильский гос. пед. ин-т.– Нижний Тагил, 2001.– С.148–152.
9. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Моделирование случайных блужданий методом Монте-Карло // Информационные технологии в естественных, технических и гуманитарных науках: Материалы международной научной конференции. Ч. 3 / Таганрогский гос. радиотех. ун-т.– Таганрог, 2002. – С. 15-20.
10. *Виноградов Д.В.* Использование информационных технологий в курсе квантовой механики // Всероссийская научно-методическая конференция «Информатизация образования-2002»: Сб. трудов Всерос. конф. / Нижнетагильская гос. соц.-пед. академ.– Нижний Тагил, 2002. – С.157-163.
11. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Моделирование статистической системы в процессе релаксации и состоянии равновесия // Преподавание физики в высшей школе. Науч.-метод. журнал. №23. – М., 2002. С. 279-287.
12. *Виноградов Д.В.* Компьютерное сопровождение урока «Туннельный эффект» // Информационные технологии в общеобразовательной школе: Сб. матер. междунар. телеконф. / Новосибирск: Издательский центр ИВТ СО

- РАН, 2002. – С.57-59.
13. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В., Попов С.Е.* Физическое образование в современном обществе // Физика в системе современного образования (ФССО-03). Труды седьмой междунар. конф. Т.2. СПб.: Изд-во РГПУ, 2003, – С.134 – 137.
  14. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В., Попов С.Е.* Физическое образование в информационном обществе // Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики в условиях модернизации российского образования: Матер. всерос. науч.-практич. конф. / Урал. гос. пед. ун-т.– Екатеринбург, 2003. – С. 55– 59
  15. *Виноградов Д.В., Поршнев С.В.* Методика использования пакета Mathcad в преподавании физики (на примере задачи Кеплера для трех тел) // Образовательные технологии: Межвуз. сб. науч. трудов.– Воронеж: Центрально-черноземное издательство, 2003. – С. 120–125.
  16. *Виноградов Д.В. Поршнев С.В.* Реализация клеточного автомата «Жизнь» в пакете в Mathcad // Математика и информатика: наука и образование: Межвуз. сб. науч. трудов. Вып.3. / Омск: Изд-во ОмГПУ, 2003.– С.48–52.
  17. *Виноградов Д.В.* Реализация клеточного автомата «Жизнь» в пакете Mathcad // Ученые записки НТГСПА / Нижнетагильская гос. соц.-пед. академ.– Нижний Тагил, 2003.– С. 200-206.
  18. *Виноградов Д.В., Шамало Т.Н.* Компьютерное моделирование как средство развития теоретического мышления будущих учителей физики // Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики в современных условиях: Матер. междунар. науч.-практич. конф. Ч.2. / Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2004.– С.46-49.
  19. *Виноградов Д.В., Шамало Т.Н.* Дидактическая модель развития теоретического мышления будущих учителей физики// Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ч.1. / Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2005.– С.73–78.

Подписано в печать 26.05.05. Формат 60× 84/16.  
Бумага для множ. Аппаратов. Печать плоская. Усл. печ. л. 1  
Уч.-изд.л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ №30. Бесплатно.

---

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия  
Отдел множительной техники. 622031, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 57.