

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В настоящее время система образования России находится в состоянии модернизации, которая обусловлена общими тенденциями мирового развития, прежде всего переходом к постиндустриальному, информационному обществу. Этот процесс характеризуется лавинообразным возрастанием объема поступающей информации. Распространенные в информационном обществе социальные информационные технологии (такие как реклама, маркетинг, public relations, имиджмейкерство и т.п.) базируются на создании и распространении информационных моделей, иллюстрирующих стиль жизни, образ мыслей, формирующих определенное мировосприятие и миропонимание. Такие модели воспринимаются людьми как достоверные только в силу их логической проработанности, что позволяет манипулировать общественным сознанием.

Соответственно этому социальное ожидание нашего общества состоит в становлении человека нового типа, имеющего рациональное критическое отношение к жизни и профессиональной деятельности.

Таким образом, одной из задач, стоящих перед школой, является формирование личности, обладающей системой базовых знаний, адекватных современному миропониманию, необходимых для самостоятельного изучения и объяснения явлений окружающего мира. Необходимым условием формирования методологически грамотной личности является систематическое использование в процессе обучения современных методов исследования, в частности, моделирования как универсального метода, необходимого для решения задач, возникающих в жизни и природной деятельности.

В работах многих авторов (С.А. Бешенков, А.Г. Гейн, В.В. Давыдов, В.А. Далингер, Т. Б. Захарова, А. С. Кондратьев, В. В. Лаптев, Н. В. Макарова, Н. И. Пак, И. В. Роберт, Е. А. Ракитина, Л.М. Фридман, Е. К. Хеннер и др.) активно обсуждается проблема совершенствования обучения моделированию реальных явлений в школе и вузе.

Философские аспекты моделирования, составляющие его методологическую основу, рассматриваются в работах И. Г. Кодряну, Г. И. Рузавина, В. С. Степина, В. А. Штофа и других. В исследованиях отмечено, что моделирование может быть аппаратом исследования явлений природы, средством технического расчета объекта, методом научного познания, направленного на развитие теорий, гипотез и их проверку.

Психологические аспекты моделирования рассматриваются в работах А.Н. Амосова, Э.Ю. Верник, Н.Г. Салминой и др. В исследованиях отмечено, что моделирование может быть средством активизации мыслительной деятельности и получения новых знаний в процессе оперирования и преобразования модели. Как метод исследования, моделирование рассматривается в качестве средства формирования научно-теоретического мышления.

В работах В.К. Белошапки, А.А. Кузнецова, А.С. Лесневского, С.А. Бешенкова, А.В. Горячева и других авторов рассмотрены вопросы обучения методам формализации знаний на основе информационного моделирования. В работах Г.М. Морозова, Н.А. Терешина рассмотрены аспекты проблемы формирования умений, необходимых для осуществления процесса математического моделирования. Вопросам обучения моделированию в профильных курсах посвящены работы Т.Б. Захаровой, А.П. Шестакова, Н.И. Пака. Вопросы использования информационных технологий при обучении моделированию отражены в исследованиях Е.К. Хеннера, С.В. Поршнева. Однако проблема обучения школьников оценке адекватности создаваемых моделей объекту практически не рассматривается.

Между тем, в действующем в настоящее время Государственном образовательном стандарте среднего общего образования по информатике отдельно выделен пункт «оценка адекватности модели объекту и целям моделирования (на примерах задач различных предметных областей)». Тем самым, уже на уровне нормативных документов, признается, что умение оценивать соответствие используемой модели реальному объекту и целям моделирования – одно из обязательных умений, которым должен обладать ученик. Важность формирования соответствующего умения у школьников определена его значимостью в развитии научного мировоззрения. Наличие этого умения позволяет человеку понимать объективность и достоверность научных знаний об изучаемых природных объектах и явлениях.

Можно сделать вывод о недостаточной разработанности учебных программ, методических материалов, форм и методов обучения для решения проблемы формирования у учащихся умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

Таким образом, необходимость создания методики формирования у учащихся умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей обусловлена противоречиями, которые присущи современному процессу обучения информатике:

– между возрастающей ролью моделей и моделирования во всех сферах деятельности человека и недостаточной оценкой значимости этого метода познания при разработке содержания обучения;

– между осознанием общего значения метода моделирования в теории и практике обучения и недостаточным вниманием педагогов-исследователей к проблеме развития у школьников знаний о моделях, способах моделирования и умений применять эти знания при описании окружающей действительности;

– между необходимостью и значимостью формирования умения у школьников оценивать адекватность компьютерных математических моделей и недостаточной разработанностью теории и методики обучения информатике, ориентированной на формирование таких умений у учащихся старших классов.

Выявленные противоречия обуславливают **актуальность исследования**, направленного на теоретическое обоснование, создание и реализацию методики формирования у учащихся умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

Таким образом, **проблема исследования** состоит в ответе на вопрос: каким образом следует организовать процесс обучения информатике, чтобы успешно формировать у школьников умение оценивать адекватность моделей?

В рамках решения указанной проблемы нами определена **тема исследования** «*Формирование умения у учащихся старших классов оценивать адекватность компьютерных математических моделей при обучении информатике*».

Объект исследования: процесс обучения информатике в полной средней общеобразовательной школе.

Предмет исследования: формирование у учащихся старших классов умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей при обучении информатике.

Цель исследования: теоретически обосновать и разработать методику формирования у старшеклассников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей в процессе обучения информатике.

Гипотеза исследования. Результативность формирования у старшеклассников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей при обучении информатике повысится, если этот процесс будет осуществляться по методике, основными элементами которой являются:

- цели обучения, направленные на формирование умения оценивать адекватность моделей у учащихся;

- обобщенный план деятельности школьника по оцениванию адекватности компьютерных моделей в процессе решения задач по моделированию;

- система вариативных задач по компьютерному моделированию с последовательным расширением их информационно-познавательной емкости.

Для достижения поставленной цели исследования и проверки выдвинутой гипотезы были сформулированы следующие **задачи**:

1. На основе анализа философской, научно-методической и психолого-педагогической литературы проанализировать современное состояние исследуемой проблемы.

2. Выделить принципы, основания и критерии отбора содержания учебного материала, разработать систему вариативных задач с последовательным расширением информационно-познавательной емкости задач, способствующих целенаправленному формированию умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей и.

3. Разработать методику формирования у учащихся умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

4. Выделить уровни сформированности умения старшеклассников оценивать адекватность компьютерных математических моделей и критерии их определения в процессе обучения информатике.

5. Проверить эффективность методики формирования умения школьников оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

Методологической и теоретической основой исследования явились научно-педагогические и методические работы в областях: философии образования и методологии педагогической науки (Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, В.И. Загвязинский, В.В. Краевский, В.С. Степин, Н.Ф. Талызина и др.); работы в области математического моделирования (Ю.М. Важенин, О.Б. Епишева, Н.Н. Моисеев, В.М. Монахов, И.М. Шапиро и др.); совершенствования содержания обучения школьного образования (И.А. Лебедева, В.С. Леднев и др.); обучения методам моделирования (В.К. Белошапка, С.А. Бешенков, А.Г. Гейн, В.В. Давыдов, Т.Б. Захарова, В.А. Извозчиков, Ю.М. Колякин, А.С. Кондратьев, В.В. Лаптев, Н.В. Макарова, Н.И. Пак, С.В. Поршнева, А.М. Пышкало, Е.А. Ракитина, И.В. Роберт, Г.И. Саранцев, Н.А. Терешин, Л.М. Фридман, М.П. Фокин, Е.К. Хеннер и др.).

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования**: анализ и обобщение философской, научно-педагогической, методической, специальной литературы, нормативных документов, материалов научно-практических конференций, симпозиумов, семинаров и материалов по проблеме исследования, размещенных в сети Internet; обобщение, систематизация, конструирование, моделирование; анализ и сравнение содержания учебных пособий по математическому моделированию; терминологический и контент-анализ понятия «адекватность модели»; обобщение педагогического опыта обучения компьютерному математическому моделированию; анкетирование учителей и преподавателей информатики; метод экспертных оценок; контрольные работы; опытно-поисковая работа; методы математической статистики.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. В отличие от ранее выполненных работ (А.П. Шестаков, Э.Т. Селиванова), посвященных проблеме обучения компьютерному моделированию, в данной работе решена задача формирования у старшеклассников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей в процессе обучения информатике.

2. Разработана методика формирования у школьников умения оценивать адекватность моделей в процессе обучения информатике. Определены цели, содержание, формы, методы и средства формирования этого умения.

3. Разработан обобщенный план деятельности школьника по оцениванию адекватности компьютерных моделей в процессе моделирования, предполагающий осуществление следующих действий: выявить факторы, влияющие на неадекватность предметной модели; оценить корректность

применения формул в математической модели; выявить и оценить источники погрешностей в компьютерной модели; определить границы применения разработанной модели.

4. Предложена методика оценки достижений учащихся по уровням сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей с использованием критериев: объем выполняемых действий, доля самостоятельности в деятельности школьника, аргументированности действий.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что:

- выделены принципы отбора содержания учебного материала для формирования у школьников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей, среди которых наиболее существенными являются: принцип методологической значимости моделирования для познания окружающего мира, принцип всеобщности, отражающий научную и социальную актуальность модели в различных сферах человеческой деятельности, и принцип структурной целостности процесса построения модели, иллюстрирующий единство этапов ее создания, включая оценку ее адекватности;

- разработаны требования к построению системы вариативных задач по моделированию (необходимость варьирования области значений параметров объекта исследования; увеличение информационной емкости задачи, повышение ее сложности);

- определены критерии сформированности у учащихся умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей (объем выполняемых действий, доля самостоятельности в деятельности школьника, аргументированность действий).

Практическая значимость исследования заключается в том, что теоретические положения доведены до уровня практических рекомендаций:

- разработаны методические рекомендации для учителей информатики и студентов педагогических вузов «Компьютерное математическое моделирование в школе» по организации учебной деятельности школьников в условиях реализации предлагаемой методики при обучении компьютерному математическому моделированию;

- предложены методические разработки для учителей информатики по проведению педагогической диагностики, позволяющей определять уровень сформированности у школьников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей;

- создана система задач по компьютерному моделированию с последовательным расширением информационно-познавательной емкости задачи.

Положения, выносимые на защиту:

1. Процесс обучения школьников методу моделирования можно считать целостным и завершенным только при формировании у учащихся старших

классов умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

2. Основными компонентами методики формирования у школьников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей при обучении информатике являются: цели обучения, направленные на формирование у учащихся умения оценивать адекватность моделей; обобщенный план деятельности школьника по оцениванию адекватности компьютерных моделей в процессе решения задач по моделированию; система вариативных задач по компьютерному моделированию с последовательным расширением информационно-познавательной емкости задачи.

3. Деятельность школьников по оцениванию адекватности компьютерных моделей в процессе моделирования предполагает осуществление ими следующих действий: выявить факторы, влияющие на неадекватность предметной модели; оценить корректность применения формул в математической модели; выявить и оценить источники погрешностей в компьютерной модели; определить границы применения разработанной модели.

4. Определение уровня сформированности у школьников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей следует осуществлять по выделенным критериям оценки соответствующей деятельности учащихся: объем выполняемых действий, доля самостоятельности в деятельности школьника, аргументированность действий.

Апробация и внедрение результатов исследования осуществлялись: в учебном процессе учащихся старших классов г. Нижнего Тагила; в результате обсуждения основных положений диссертации на Международных научно-методических конференциях (Воронеж, 2005 г., Ярославль, 2001 г., Екатеринбург, 2005 г., Екатеринбург, 2006 г.); Всероссийских научно-методических и научно-практических конференциях АИО и ИИО РАО (Глазов, 2001 г., Москва, 2001 г., Екатеринбург, 2003 г., Екатеринбург, 2007 г., Нижний Тагил, 2002 г., Челябинск, 2007 г.); научно-практических семинарах (Челябинск, 2001 г., Красноярск, 2006 г., Киров, 2001 г.).

Организация, база и этапы исследования: исследование проводилось на базе старших классов МОУ СОШ № 64, МОУ СОШ № 44, МОУ Лицей г. Нижнего Тагила в 2000–2006 гг.

На **первом этапе** (2000 – 2001 гг.) проведен теоретический анализ нормативных документов, педагогической и методической литературы по проблемам предметной подготовки по математике, физике и информатике учащихся старших классов в направлении повышения уровня сформированности умений оценивать адекватность компьютерных математических моделей и выявлены пути ее совершенствования. Определен фактический уровень сформированности умений школьников оценивать адекватность математических моделей.

На **втором этапе** (2001–2003 гг.) определены пути совершенствования предметной подготовки учащихся по формированию умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей. Выявлены психолого-педагогические аспекты формирования у учащихся умений оценивать адекватность моделей. Проанализированы методические подходы к преподаванию основ компьютерного моделирования и формированию умений оценивать адекватность моделей, разработана авторская методика формирования умений школьников оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

Третий этап экспериментальной работы – формирующий эксперимент (2003–2007 гг.) – был направлен на внедрение разработанной методики формирования умений школьников оценивать адекватность моделей в процессе обучения информатике и определение ее влияния на уровень сформированности заявленных умений в области компьютерного моделирования. На этом этапе были уточнены теоретические и экспериментальные выводы, обобщены, систематизированы и описаны полученные результаты.

Структура диссертации: работа состоит из введения, трех глав, заключения и библиографического списка, включающего 195 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность исследования, формулируется проблема объект, предмет и цель исследования, раскрываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, указываются методы исследования и основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** «Психолого-педагогический анализ формирования у учащихся умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей при обучении информатике» в результате анализа педагогических, научно-методических исследований и педагогического опыта показана возможность и необходимость формирования умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей у учащихся старших классов.

Одной из основных задач изучения основ наук в школе является знакомство учащихся с методами современной науки, среди которых можно выделить метод математического моделирования. Владение учащимися данным методом способствует формированию у них научного мировоззрения, что показано в ряде работ (Б.В. Гнеденко, Н.А. Терешин, Л.М. Фридман и др.). Изучение моделирования как метода научного познания позволяет человеку понимать модельный характер знаний изучаемых природных объектов и явлений.

Оценка адекватности модели является важной составляющей процесса моделирования. Многие исследователи указывают на необходимость проверки соответствия модели объекту исследования на каждом из этапов её построения (Ю.Б. Мельников, В.И. Варфоломеев, А.П. Шестаков). Проведенный анализ научных и методических работ позволил нам выделить действия, которые необ-

ходимо выполнять на каждом из этапов компьютерного моделирования для оценки соответствия компьютерной математической модели объекту (выявить факторы, влияющие на неадекватность предметной модели; оценить корректность применения формул в математической модели; выявить и оценить источники погрешностей в компьютерной модели; определить границы применения разработанной модели). Выделенные действия по оцениванию адекватности компьютерной математической модели, по нашему мнению, должны быть положены в основу формирования умения оценивать адекватность моделей.

Анализ психолого-педагогических аспектов формирования умения оценивать адекватность компьютерной математической модели в контексте рассмотрения моделирования как инструмента познавательной деятельности, дидактического средства и метода познания позволил сделать следующие выводы:

– моделирование имеет как объективный, так и субъективный характер. Результат его представления зависит от личности субъекта познания, которая с неизбежностью накладывает отпечаток на реальное отражение действительности, вследствие чего возникает вопрос об адекватности модели;

– формирование умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей целесообразно осуществлять в старших классах. Это обусловлено тем, что к возрасту 15-16 лет у учащихся сформированы умения самостоятельного осуществления учебно-познавательной деятельности.

Владение методами моделирования и оценки адекватности моделей носит надпредметный характер. Физическое моделирование является необходимой предпосылкой для создания адекватной математической модели. Когда математическая часть задачи решена, нужно дать физическую интерпретацию полученного результата, оценить физический смысл тех допущений, которые были введены при упрощении математической модели, и, наконец, оценить границы применимости полученного результата, т.е. область значений параметров, при которых результаты нашего исследования будут согласовываться с данными эксперимента. Однако, в работах А. А. Пинского, А.С. Кондратьева и др. отмечено, что учащимся предлагаются уже готовые задачи, не требующие упрощений математической модели (они уже описаны), получения оценок областей возможных значений параметров и проверки адекватности модели. На уроках информатики учащихся знакомят с принципами и технологией моделирования. В исследовании Е.А. Ракитина обращает внимание на то, что в ходе решения задач моделированию важно не только продемонстрировать всю технологическую цепочку моделирования – от выбора объекта и постановки задачи до интерпретации результатов, но и обязательно выделить весь комплекс вопросов, связанных с оценкой адекватности созданной модели.

Таким образом, анализ современной учебной и научно-методической литературы, посвященной проблемам обучения компьютерному математическому

моделированию, показал, что при рассмотрении вопросов изучения моделирования все больше внимания обращается на формирование на умения оценивать адекватность построенной модели. Однако в анализируемых источниках и в практике обучения практически отсутствуют требования проверки адекватности модели объекту и определения границ ее применимости при решении задач на моделирование.

Вторая глава «Методика формирования умения оценивать адекватность моделей у старшеклассников» посвящена теоретическому обоснованию и проектированию методики обучения, описанию проведенной экспериментальной работы.

В рамках технологического подхода уточнены и сформулированы цели обучения, направленные на формирование умений оценивать адекватность модели (в таксономии Б. Блума) (таблица 1).

Таблица 1

Цели обучения (по Б. Блуму)

Категория	Формулировка цели
Знание	Знать определение понятия «адекватность модели» Знать структуру процесса проверки адекватности модели объекту
Понимание	Понимать условность отображения объекта в виде модели и отличие модели от реального объекта Понимать необходимость оценки адекватности модели
Применение	Определять, является ли модель адекватной объекту с учетом цели моделирования Оценивать степень адекватности предложенных моделей объекту
Анализ	Уметь выполнять анализ и выявлять: – существенные и несущественные параметры объекта, системы или процесса и определять область их допустимых значений для определения адекватности модели; – соответствующие этапы работы с моделью с проверкой адекватности каждого из них; Анализировать различные модели одного объекта и выделять свойства, которые учитывались при их построении, определяющие степень адекватности модели
Синтез	– Проводить интерпретацию полученных результатов, объяснять возможные причины несоответствия построенной модели и изучаемого объекта (процесса)
Оценка	Проводить оценку: – различных видов моделей для представления данного объекта (системы) и выбирать наиболее адекватную для решения поставленной задачи; – различных свойств объекта окружающего мира и отбирать необходимые для построения адекватной модели Оценивать степень адекватности модели

Это позволило рассмотреть перечисленные знания и умения как ожидаемые результаты обучения и определить адекватные им методы, формы и средства обучения.

В работе показано, что обучение компьютерному моделированию на основе системы задач с последовательным расширением их информационно-

познавательной емкости позволит обеспечить успешное формирование умения оценивать адекватность компьютерной математической модели.

Под *информационно-познавательной емкостью* системы задач следует понимать возможность переноса способа решения задач на другие ситуации, наличие определенной закономерности, обогащающей познание (Х. Ж. Ганеев).

Достоинством данной системы является построение последовательности задач, в которой каждая последующая задача является развитием предыдущей и дает возможность обратить внимание учащегося на то, что изменение условий задачи влечет за собой как изменение математической модели, так и границ ее применимости. Каждый переход к новой задаче связан с анализом предыдущей, с оценкой области значений параметров, при которых результаты исследования будут согласовываться с данными экспериментов о рассматриваемом в задаче процессе. При расширении области значений параметров построенная модель становится неадекватной, и приходится пересматривать физическую и математическую модель задачи, а затем снова оценивать границы её применимости, т.е. фактически решать новую задачу.

В работе были сформулированы требования к подбору системы вариативных задач, заключающиеся в необходимости варьирования области значений параметров объекта исследования и увеличении информационной емкости задачи.

Исходя из анализа структуры процесса построения модели и оценки её адекватности, выполненного в первой главе, учащимся предложен обобщенный план деятельности по оцениванию адекватности компьютерных моделей в процессе моделирования.

**Обобщенный план деятельности школьника
по оцениванию адекватности компьютерных моделей
в процессе решения задач по моделированию**

1. *Этап создания предметной модели:*

- а) определить цель построения модели;*
- б) определить параметры, позволяющие описывать исследуемый объект;*
- г) сформулировать и обосновать условия, которые можно положить в основу построения модели (указать на основе какой теории или закона);*
- д) выявить факторы, влияющие на неадекватность предметной модели.***

2. *Этап создания математической модели:*

- а) выбрать математические методы и средства описания модели;*
- б) описать математическую модель;*
- в) оценить корректность применения формул в математической модели (проверить размерность, порядок, характер зависимостей, экстремальных ситуаций, граничных условий, математической замкнутости).***

3. *Этап создания компьютерной модели:*

- а) выбрать и обосновать метод решения задачи;*
- б) создать программу для персонального компьютера;*
- в) выявить и оценить источники погрешностей в компьютерной модели.***

4. *Аналитический этап:*

- а) определить границы применения разработанной модели.***

б) провести исследование.

Нами разработаны последовательные этапы формирования у учащихся умения оценивать адекватность модели, включающие следующие элементы:

1. Определение термина «адекватность модели»; показ связи между объектом (процессом) моделирования и моделью, введение понятие «степень адекватности».

2. Обучение общей структуре проверки адекватности модели; введение обобщенного плана деятельности школьника по оцениванию адекватности компьютерных моделей в процессе решения задач по моделированию.

3. Проведение систематической работы по усвоению учащимися обобщенного плана деятельности школьника, раскрытия перед ними содержания отдельных действий этого плана.

4. Решение задач по компьютерному моделированию на основе использования системы вариативных задач с последовательным расширением информационно-познавательной емкости задачи.

Для комплексной оценки достижений учащихся по уровням сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей в качестве количественных показателей были выделены критерии: объем выполняемых действий, доля самостоятельности в деятельности школьника, аргументированность действий.

Оценка уровней сформированности умения оценивать адекватность компьютерных моделей проводилась по следующей схеме (таблица 2).

Таблица 2

Уровни сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей

№ уровня	Уровни	Характеристика уровня
I	Низкий	выполняет отдельные операции последовательности действий по оцениванию адекватности модели аргументирует выполнение отдельных действий выполняет действия не самостоятельно
II	Средний	выполняет все операции последовательности действий аргументирует выполнение всех действий действие выполняется не полностью самостоятельно
III	Высокий	выполняет все операции последовательности действий аргументирует выполнение всех действий действие выполняет самостоятельно

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

Педагогический эксперимент проводился в три этапа: констатирующий, поисковый и формирующий (2000–2006 гг.). Его целью являлась проверка эф-

фективности разработанной методики формирования у старшеклассников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей при обучении информатике.

В первом параграфе «Организация педагогического эксперимента» приводятся организационные условия педагогического эксперимента. Педагогический эксперимент проводился на базе старших классов МОУ СОШ № 64, МОУ СОШ № 44, МОУ Лицей г. Нижнего Тагила в течение шести лет. Общее число старшеклассников и преподавателей информатики школ г. Нижнего Тагила и Свердловской области, принявших участие в педагогическом эксперименте, составило 430 человек.

На этапе констатирующего эксперимента (2000 – 2001 гг.) были поставлены следующие задачи:

1) анализ состояния проблемы формирования у школьников умения оценивать адекватность моделей;

2) определение фактического уровня сформированности у школьников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

На этом этапе исследования принимали участие 50 преподавателей и 100 студентов первых курсов Нижнетагильской социально-педагогической академии.

В ходе *констатирующего эксперимента* было проведено анкетирование учителей и преподавателей общеобразовательных школ, педагогических колледжей и вузов г. Нижнего Тагила и Свердловской области. В результате анализа анкет установлено, что респонденты (73%) отмечают недостаток существующей системы подготовки выпускников школы в области получения умений по компьютерному моделированию.

С целью выявления фактического уровня сформированности умения оценивать адекватность моделей у студентов первого курса Нижнетагильской социально-педагогической академии была проведена контрольная работа по выявлению остаточных знаний и умений. Результаты показали, что большинство выпускников школ (84%) обладают достаточно низким уровнем сформированности рассматриваемых знаний и умения (I-II) и лишь 16% из них характеризуются высоким уровнем сформированности умения. Результаты констатирующего эксперимента позволили сделать вывод о необходимости совершенствования подготовки учащихся старших классов в направлении повышения уровня сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

Второй этап экспериментальной работы (*поисковый эксперимент*) был направлен на поиск путей совершенствования подготовки по обучению компьютерному математическому моделированию и обоснование теоретических положений разрабатываемой методики формирования умений учащихся оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

На данном этапе экспериментальной работы применялись следующие методы исследования: анализ педагогической и методической литературы с целью выявления возможных путей совершенствования предметной подготовки учащихся по информатике; анкетирование преподавателей информатики общеобразовательных школ, педагогических колледжей и вузов с целью выявления возможностей совершенствования предметной подготовки учащихся по информатике в области компьютерного моделирования и повышения уровня сформированности умений школьников оценивать адекватность компьютерных математических моделей; анализ программ, учебных пособий и педагогического опыта с целью определения подходов к формированию умений оценивать адекватность компьютерных математических моделей.

С целью определения путей совершенствования предметной подготовки учащихся по информатике в области компьютерного моделирования было проведено анкетирование учителей и преподавателей города и области.

Анализ материалов анкетирования позволил определить одно из возможных направлений совершенствования подготовки учащихся старших классов в области компьютерного моделирования и повышения уровня сформированности умений школьников оценивать адекватность моделей: в процессе обучения особое внимание необходимо уделять проверке адекватности компьютерной математической модели на каждом этапе её построения.

Третий этап экспериментальной работы – *формирующий* эксперимент (2003–2007 гг.) – был направлен на внедрение разработанной методики формирования у школьников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей и определение ее влияния на уровень сформированности заявленных умений.

На этом этапе были поставлены следующие задачи:

- 1) включение разработанной методики в учебный процесс;
- 2) анализ результатов экспериментальной работы.

В работе на третьем этапе были задействованы учащиеся старших классов и сформированы две группы – контрольная (136 чел.) и экспериментальная (134 чел.).

Для доказательства обоснованности выбора контрольной и экспериментальной групп (одинаковый уровень сформированности знаний и умений учащихся обеих групп по умению построения компьютерных моделей) использован *t*-критерий Стьюдента. С этой целью была проведена контрольная работа, позволяющая определить уровень знаний и умений по моделированию. Оценка результатов контрольной работы выполнялась следующим образом. В контрольной работе предусматривалось выполнение 10 заданий. Каждое задание оценивалось в 2 балла (2 – задание выполнено полностью и правильно, 1 – задание выполнено частично, 0 – задание не выполнено или выполнено не верно). Следовательно, каждый учащийся мог набрать от 0 баллов (не выполнено

ни одного задания или все выполнены неверно) до 20 баллов (все задания выполнены правильно). Дальнейшая обработка результатов контрольной работы представляла собой расчет значений ряда параметров полученных распределений.

Полученное значение критерия Стьюдента $t_{эмт} = 0,25$. Для $n_1 = 136$ и $n_2 = 134$ теоретическое значение данного критерия при уровне статистической значимости $p \leq 0,05$ составляет $t_{кр} = 1,96$.

Полученные результаты расчетов с вероятностью 95 % позволяют сделать вывод о том, что уровень знаний и умений школьников контрольной и экспериментальной групп в области моделирования являются одинаковыми.

Дальнейшая статистическая обработка результатов экспериментальной работы основывалась на положении о том, что обучение учащихся обеих групп велось одинаково. Отличие в условиях обучения школьников экспериментальной (ЭГ) и контрольной (КГ) групп заключалось в том, что в ЭГ обучение проводилось по предлагаемой нами методике.

С целью выявления качественных изменений умений учащихся оценивать адекватность компьютерных математических моделей была проведена контрольная работа и с помощью методов математической статистики проанализированы ее результаты.

Оценка уровней сформированности умения оценивать адекватность компьютерных моделей проводилась по схеме, описанной в таблице 2.

В таблице 3 и на рисунке 1 представлены результаты контрольной работы.

Первоначально для оценки статистической значимости различий между результатами контрольной работы в ЭГ и КГ был применен t -критерий Стьюдента.

Для проверки были выдвинуты следующие гипотезы:

H_0 : Распределение уровней сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей экспериментальной и контрольной групп не различаются между собой.

H_1 : Распределение уровней сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей экспериментальной и контрольной групп различаются между собой.

Полученное значение $t_{эмт} = 3,53$. Для $n_1 = 136$ и $n_2 = 134$ теоретические значения данного критерия при уровне статистической значимости $p \leq 0,05$ составляет $t_{кр} = 2,01$.

Полученные результаты расчетов с вероятностью 95 % указывают на необходимость принятия гипотезы H_1 и позволяют сделать вывод о том, что уровни сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей в контрольной и экспериментальной группах различаются.

**Распределение учащихся
по уровням сформированности
умений оценивать адекватность моделей**

Уровень умений	Контрольная группа	Экспериментальная группа
1	41	25
2	73	58
3	22	51

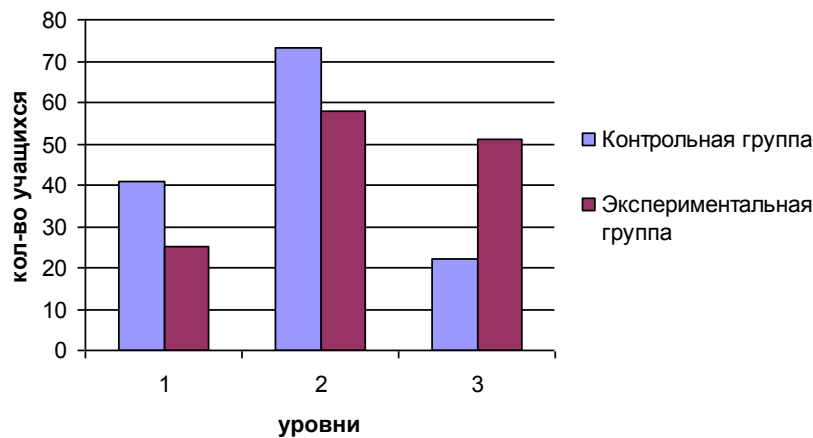


Рис. 1. Распределение учащихся по уровням сформированности умений оценивать адекватность моделей

Применение χ^2 -критерия Пирсона позволило проверить следующие гипотезы:

H_0 : Полученные различия уровней сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей обусловлены действием случайных факторов и не являются статистически достоверными.

H_1 : Уровни сформированности умения достоверно различаются.

В результате расчетов было получено эмпирическое значение критерия Пирсона: $\chi_{\text{эмп.}}^2 = 17,13$. Для числа степеней свободы – 2, теоретическое значение данного критерия для уровня статистической значимости $p \leq 0,05$ составляет $\chi_{0,05}^2 = 5,99$. В связи с тем, что $\chi_{\text{эмп.}}^2 > \chi_{0,05}^2$, с вероятностью 95 % можно сказать, что распределение уровней сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей в экспериментальной и контрольной группах достоверно различаются.

Так как, отличие в обучении учащихся КГ и ЭГ заключалось лишь в методике обучения, можно сделать вывод, что именно предложенная методика оказывает экспериментальное воздействие на повышение уровня сформированности заявленного умения.

Таким образом, по результатам проведенной экспериментальной работы можно сделать вывод о том, что разработанная методика обучения информатике, ориентированная на формирование у школьников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей, обеспечивает высокий уровень развития этого умения.

В **заключении** приведены основные выводы и результаты проведенного исследования:

1. Показано, что процесс обучения информатике в школе имеет значительные потенциальные возможности для развития у учащихся универсальных умений (в частности, моделирования), обладающих свойством широкого переноса. Обучение методу моделирования можно считать целостным и завершенным только при формировании у старшеклассников умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей в процессе обучения моделированию.

2. С учетом выделенных дидактических принципов, оснований и критериев отбора содержания учебного материала разработана методика формирования у старшеклассников умения оценивать адекватность моделей.

3. Разработана система вариативных задач с последовательным расширением их информационно-познавательной емкости и требования к построению системы задач, заключающиеся в необходимости варьирования области значений параметров объекта исследования и увеличении информационной емкости задачи. Обучение компьютерному моделированию на основе системы задач с последовательным расширением их информационно-познавательной емкости позволит обеспечить успешное формирование умения оценивать адекватность компьютерной математической модели.

4. Обобщенный план деятельности школьника по оцениванию адекватности компьютерных моделей, способствуют целенаправленному и осознанному процессу овладения учащимся рассматриваемого умения, и предполагает осуществление следующих действий: выявить факторы, влияющие на неадекватность предметной модели; оценить корректность применения формул в математической модели; выявить и оценить источники погрешностей в компьютерной модели; определить границы применения разработанной модели.

5. Выделены три уровня сформированности умения оценивать адекватность компьютерных математических моделей: высокий, средний, низкий. Определены критерии, позволяющие объективно оценить уровень их сформированности у учащихся (объем выполняемых действий, доля самостоятельности в деятельности школьника, аргументированность действий).

6. Экспериментально проверена эффективность разработанной методики и осуществлено её внедрение в учебный процесс при обучении информатике в старших классах.

Основное содержание диссертационного исследования отражено в следующих **публикациях**:

Работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях,
определенных ВАК МОиН РФ

1. Ставцева, Л. М. Формирование умений оценивать адекватность моделей при обучении компьютерному моделированию в общеобразовательной школе [Текст] / С. В. Поршневу, Л. М. Ставцева // **Вестник Челябинского государственного педагогического университета** : научный журнал. – Челябинск : Изд-во ЧГПУ, 2007. – № 5. – С. 109–118. (50% – авторский вклад)

Работы, опубликованные в других изданиях

2. Ставцева, Л. М. Информационные технологии в курсе физики как средство формирования физических понятий [Текст] / С. В. Поршневу, Л. М. Ставцева // **Методология и методика формирования понятий у учащихся школ и студентов вузов** : тез. докл. республ. науч.-практ. конф. 14–16 мая 2001 г. Ч. 2. – Челябинск : Изд-во ЧГПУ, 2001. – С. 182–186. (50% – авторский вклад)

3. Ставцева, Л. М. Моделирование движения математического маятника в пакете MATCAD [Текст] / С. В. Поршневу, Л. М. Ставцева // **Проблемы учебного физического эксперимента** : сб. науч. тр. – Вып. 12. – М. : ИОСО РАО, 2001. – С. 70–74. (50% – авторский вклад)

4. Ставцева, Л. М. Формирование понятий метода математического моделирования на примере задачи о бильярдном шаре [Текст] / Л. М. Ставцева // **Информатизация образования – 2002** : сб. тр. всерос. науч.-метод. конф. Нижний Тагил, 7–10 окт. 2002 г. / отв. ред. С. В. Поршневу. – Нижний Тагил : Изд-во НТГПИ, 2002. – С. 259–266.

5. Ставцева, Л. М. Проблемы преподавания курса «Компьютерное моделирование» [Текст] / Л. М. Ставцева // **Новые технологии в образовании** : сб. науч. тр. междунар. электрон. науч. конф. Вып. IV. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. пед. ун-та, 2002. – С. 38–40.

6. Ставцева, Л. М. Развитие целей обучения в содержании курса «Компьютерное математическое моделирование» профильного курса информатики средней школы [Текст] / Л. М. Ставцева // **Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия. Ученые записки. Естественные науки** / отв. ред. В. А. Трофимов. – Нижний Тагил : Изд-во НТГСПА, 2003. – С. 41–50.

7. Ставцева, Л. М. Расширение и информационно-познавательной емкости задач на уроках курса «Компьютерное моделирование» [Текст] / Л. М. Ставцева // **Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики** : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 1–2 апр. 2003 г. – Екатеринбург : Изд-во УрГПУ, 2003. – С. 128–131.

8. Ставцева, Л. М. Некоторые особенности преподавания курса «Компью-

терное моделирование» [Текст] / Л. М. Ставцева // Новые технологии в образовании (по итогам X Междунар. электрон. науч. конф.) : Науч.-техн. журнал. № 1. – Воронеж : Научная книга, 2005. – С. 22–24.

9. Ставцева, Л. М. Формирование научного мировоззрения в курсе информатики [Текст] / Л. М. Ставцева // Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 12–13 апр. 2005 г. : в 2 ч. – Екатеринбург : Изд-во УрГПУ, 2005. – С. 122–124.

10. Ставцева, Л. М. К вопросу о важности формирования умения оценивать адекватность модели при обучении моделированию [Текст] / Л. М. Ставцева // Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики : материалы науч.-практ. конф., Екатеринбург, 3–4 апр. 2006 г. : в 2 ч. – Екатеринбург : Изд-во УрГПУ, 2006. – Ч. 2. – С. 127–128.

11. Ставцева, Л. М. Исследование и определение понятия «адекватность модели» в научной и методической литературе [Текст] / Л. М. Ставцева // Повышение эффективности подготовки учителей физики и информатики : материалы Всерос. науч.-о-практ. конф., 2–3 апр. 2007 г. : в 2 ч. – Екатеринбург : Изд-во УрГПУ, 2007. – Ч. 2. – С. 72–76.

12. Ставцева, Л. М. Формирование умений оценивать адекватность математических моделей у учащихся в курсе информатики [Текст] / Л. М. Ставцева // Информатизация педагогического образования : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 29–31 янв. 2007 г. / ГОУ ВПО «Урал. гос. пед. ун-т». – Екатеринбург : Изд-во УрГПУ, 2007. – Ч. 2. – С. 333–339.

Подписано в печать 05.10.07

Формат 60×84/16 Усл. п.л. 1,4

Тираж 100 экз. Заказ № ____

Отпечатано в типографии НТГСПА.

622031, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 57