

517  
Д75

P-P

1399/-

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М. П. ДРАГОМАНОВА

---

На правах рукописи

ДРОВОЗЮК Виктория Викторовна

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ ПРЕДЕЛОВ  
ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

13.00.02 - методика преподавания математики

*В. Дровозюк*

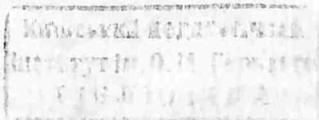
НБ НПУ  
імені М.П. Драгоманова



100313019

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Киев - 1992



Работа выполнена в Киевском государственном педагогическом институте им. М. П. Драгоманова

- Научный руководитель - доктор педагогических наук,  
профессор ЖАЛДАК М. И.
- Официальные оппоненты - доктор технических наук,  
профессор ВЕРЛАНЬ А. Ф.  
кандидат педагогических наук,  
с. н. с. ХМАРА Т. Н.
- Ведущая организация - Черниговский государственный  
педагогический институт

Защита состоится "24" ноября 1992 г. в 13<sup>45</sup> на заседании специализированного ученого совета К 113.01.04 в Киевском государственном педагогическом институте им. М. П. Драгоманова ( 252030, Киев-30, ул. Пирогова, 9 ).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского государственного педагогического института им. М. П. Драгоманова

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1992 г.

Ученый секретарь  
специализированного ученого  
совета

В. А. Швец

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**А к т у а л ь н о с т ь** исследования. Одним из основных направлений совершенствования школьного образования на современном этапе развития общества является дифференциация обучения. В обучении математике дифференциация имеет особое значение, что объясняется спецификой этого учебного предмета. Математика объективно является одной из самых сложных школьных дисциплин и вызывает у многих учащихся значительные трудности. В то же время имеется большое число учащихся с явно выраженными способностями к этому учебному предмету.

В преподавании математики накоплен определенный опыт дифференцированного обучения. Он относится в основном к обучению школьников, для которых математика является одной из целей познания, и реализуется в школах (классах) с углубленным теоретическим и практическим изучением математики. В программу таких школ (классов) в качестве одной из сквозных содержательно-методических линий, отличительной чертой которой является прикладная направленность обучения, входят элементы теории пределов числовых последовательностей.

В обучении школьников этому учебному материалу накоплен значительный опыт. В разработке основ методики преподавания теории пределов числовых последовательностей принимали участие такие известные математики и методисты, как Н. Я. Виленкин, О. С. Ивашев-Мусатов, А. П. Киселев, А. Н. Колмогоров, А. Я. Хинчин, С. И. Шварцбург и др. Вопросы преподавания отдельных элементов указанной теории исследовались в работах В. И. Веретенниковой, А. И. Зинченко, Б. П. Матковского, С. И. Новоселова, Г. Д. Размадзе, В. И. Рябухина, Н. А. Садыкова, К. П. Сикорского, З. И. Слепкань, Л. В. Тарасова, Н. И. Шкиля и др. Однако, констатирующий эксперимент и анализ результатов исследований И. Н. Антонова, Е. Л. Мокрушина, М. В. Потоцкого, А. А. Столяра и др. позволяют судить о том, что в усвоении учащимися системы понятий теории пределов числовых последовательностей имеются значительные недостатки. А именно, учащиеся достаточно формально воспринимают факт бесконечности числовой последовательности и переносят свойства конечных множеств на бесконечные; не осознают идею предельного перехода и не представляют его динамики; довольно часто отождествляют понятия бесконечно малой и очень малой величин и т. п. Преодолеть указанные недостатки с помощью традиционных средств и методов обучения достаточно сложно.

Вместе с тем, развертывающийся в настоящее время процесс информатизации школьного образования позволяет существенно усовершенствовать методику преподавания элементов теории пределов числовых последовательностей за счет применения соответствующих средств

и методов новых информационных технологий (НИТ).

На сегодня уже накоплен значительный опыт применения НИТ в образовании. Дидактические и методические проблемы информатизации обучения раскрыты в работах А. П. Ершова, М. И. Жалдака, В. М. Монахова, Н. В. Морзе, А. И. Павловского, Ю. А. Первина, В. Г. Разумовского, И. В. Роберта, Т. А. Сергеевой и др. Психолого-педагогические аспекты использования НИТ в учебном процессе исследованы в работах Е. И. Машбица, В. В. Рубцова, Н. Ф. Талызиной, И. М. Яглома и др. Возможность применения компьютеров для интенсификации учебного процесса обоснована в работах М. И. Жалдака, А. А. Кузнецова, Э. И. Кузнецова, Н. В. Морзе и др. Различные аспекты применения НИТ при изучении математики изложены в работах Е. В. Ашкингузе, А. М. Довгялло, М. И. Жалдака, В. М. Монахова, Н. Н. Моисеева, А. В. Пенькова, Д. С. Поспелова и др. Опыт и перспективы использования компьютеров в зарубежной школе освещены в работах Р. Вильямса и К. Маклина, Г. Клеймана, Д. Мичи и Р. Джонстона, С. Пейперта, Д. Слэйгла и др. Вопросам преподавания информатики в средней школе посвящены работы Е. П. Велихова, А. Ф. Верляня, М. Э. Грузмана, М. И. Жалдака, Н. В. Морзе, Ю. С. Рамского и др.

Что касается проблемы реализации возможностей средств и методов НИТ в процессе изучения элементов теории пределов числовых последовательностей, то она до настоящего времени не исследовалась.

Таким образом, существует противоречие между потенциалом информатизированной методической системы обучения математике и реальной педагогической практикой. Устранение этого противоречия является социально значимой проблемой, что обуславливает актуальность исследования, предполагающего разработку научно обоснованной методики изучения элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ.

Объектом исследования является процесс обучения математике в старших классах средней школы.

Предметом исследования является методика изучения учащимися 9-11 классов средней школы элементов теории пределов числовых последовательностей.

Цель исследования заключается в разработке научно обоснованной методики изучения элементов теории пределов числовых последовательностей в курсе математики средней школы с использованием НИТ.

Поставленная цель конкретизировалась в следующих задачах:

1. Определить психолого-педагогические предпосылки повышения эффективности процесса формирования теоретических знаний и практи-

ческих умений учащихся при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей.

2. Разработать методику изучения элементов теории пределов числовых последовательностей с применением НИТ.

3. Разработать отдельные компоненты методической системы обучения математике, ориентированной на широкое использование средств и методов НИТ, в частности педагогические программные средства (ППС) для компьютерной поддержки уроков математики, методические и учебные пособия по изучению элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ.

4. Экспериментально проверить эффективность предлагаемой методики и результативность разработанных ППС, методических и учебных пособий.

При проведении исследования мы исходили из следующей гипотезы: использование возможностей средств и методов НИТ позволит предупредить формализм в усвоении учащимися основных понятий теории пределов числовых последовательностей и повысить эффективность процесса формирования умений применять метод предельного перехода к решению задач.

В ходе исследования общая гипотеза дополнялась частными:

- использование возможностей НИТ при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей способствует формированию и совершенствованию приемов умственной деятельности и учебной работы учащихся;

- использование средств и методов НИТ способствует значительному повышению наглядности и доступности учебного материала, более глубокому проникновению в сущность абстрактных понятий теории пределов числовых последовательностей.

Методологической основой исследования являются диалектико-материалистическая теория познания, педагогическая теория развивающего обучения (В.В. Давыдов, Э.И. Калмыкова, И.С. Якиманская и др.), основополагающий принцип психологии о единстве сознания и деятельности (А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн и др.), принципы учета уровней психического развития и математических способностей школьников (Д.Н. Богоявленский, Л.С. Выгодский, В.А. Крутецкий и др.), формирования ориентировочной основы действий (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина и др.) и использования наглядности в обучении (М.Н. Скаткин, А.А. Столяр, Л.Ф. Фридман и др.). При решении поставленных задач мы опирались на данные психологических исследований о закономерностях и путях формирования понятий (М.В. Гельфанд, Н.А. Менчинская, А.В. Усова и др.), о возникновении ошибочных ассоциаций и действий (Я.И. Груденов, М.В. По-

тоцкий, П. Я. Шеварев и др.); использовали положение о том, что для повышения эффективности учебно-познавательной деятельности целесообразно формировать приемы умственных действий (Д. Н. Бого-явленский, П. Я. Гальперин, З. И. Слепкань, В. Н. Осинская, Н. Ф. Тальзина и др.) и учебной работы учащихся (Л. О. Денищева, О. В. Епишева, Е. Н. Кабанова-Меллер и др.). Кроме того, нами учитывались основные положения концепций общего среднего образования как базового в единой системе непрерывного образования, развития школьного математического образования, информатизации образования.

Цель, гипотеза и задачи обусловили выбор совокупности методов исследования: теоретический анализ научно-методической и психолого - педагогической литературы по проблеме исследования; изучение программной и инструктивно-методической документации средних общеобразовательных школ и школ (классов) физико-математического профиля; изучение и методическая оценка возможностей ППС, ориентированных на поддержку изучения курса математики; диагностика состояния знаний учащихся с помощью статистической обработки результатов письменных самостоятельных и контрольных работ, анализа устных ответов; педагогические наблюдения, беседы, анкетирование; педагогический эксперимент; систематизация, классификация и обобщение фактического материала исследования; статистическая обработка результатов экспериментального обучения.

Научная новизна исследования состоит в том, что обоснованы педагогическая эффективность и целесообразность использования средств и методов НИТ при изучении теории пределов числовых последовательностей и разработана методика изучения элементов указанной теории с использованием НИТ.

Теоретическая значимость исследования состоит в обосновании дидактически целесообразной методики изучения элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ.

Практическая значимость исследования состоит в следующем:

1. Предлагаемая методика изучения элементов теории пределов числовых последовательностей способствует значительному повышению качества знаний учащихся, развитию у них абстрактного и наглядно-образного мышления, совершенствованию навыков исследовательской работы, гуманизации учебного процесса, дифференциации и индивидуализации обучения, интеграции курсов математики и информатики, интенсификации процесса общения учителя и учащихся, раскрытию их творческого потенциала.

2. Разработанный пакет ППС LIMES, ориентированный на компью-

терную поддержку процесса изучения в школе элементов теории пределов числовых последовательностей, и методические рекомендации по его использованию на уроках математики в 9-ом и 10-ом классах могут оказать существенную помощь учителям при подготовке уроков, их сопровождении, анализе, корректировке, управлении учебным процессом в целом.

Достоверность результатов исследования обеспечена анализом значительного объема теоретического и эмпирического материала; результатами массового педагогического эксперимента; отзывами учителей об эффективности предлагаемых компонентов методической системы обучения математики на основе НИТ; широким внедрением полученных результатов в повседневную педагогическую практику.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные положения и результаты исследования докладывались и получили одобрение на межвузовской научно-практической конференции "Использование информационной технологии в учебном процессе" (Киев, 1989 г.), на семинаре-совещании "Совершенствование организационных форм и методов преподавания математики, информатики и вычислительной техники в школах и педвузах" (Гулистан, 1990 г.), всесоюзной научной конференции "Компьютерные технологии в учебно-воспитательном процессе школы и вуза" (Свердловск, 1990 г.), на республиканском научно-методическом семинаре по вопросам применения средств НИТ в учебном процессе (Киев, КГПИ им. М. П. Драгоманова, 1990, 1991, 1992 гг.), на республиканской научно-практической конференции "Использование современной информационной технологии в учебном процессе" (Киев, 1991 г.), на республиканских курсах повышения квалификации учителей и директоров школ при КГПИ им. М. П. Драгоманова (1989-1991 гг.).

Разработанные методические рекомендации использовались в работе учителей ряда школ г. Киева и Киевской области, а также студентами физико-математического факультета КГПИ им. М. П. Драгоманова в период прохождения педагогической практики.

Разработанный пакет ИПС LIMES внедрен в учебный процесс школ № 89, 134, 145 г. Киева, школы № 5 г. Ивано-Франковска и школы № 1 г. Лисичанска (Луганская обл.).

Основные положения и отдельные выводы настоящей работы изложены в 10 публикациях автора.

На защиту выносятся:

1. Методика изучения элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ.
2. Методика целенаправленного формирования приемов умственных

действий и учебной работы учащихся в процессе изучения элементов теории пределов числовых последовательностей.

3. Вывод о том, что систематическое и целенаправленное использование средств и методов НИТ позволяет предупредить формализм при усвоении учащимися основных понятий теории пределов числовых последовательностей и повысить эффективность процесса формирования умений применять метод предельного перехода к решению задач.

#### СТРУКТУРА И ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованной литературы (257 наименований), 38 рисунков, 9 таблиц, 2 приложений.

Во в в е д е н и и обоснована актуальность темы исследования, определены объект, предмет, цель, задачи и гипотеза исследования, указаны методы исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В п е р в о й главе уточнены роль и место теории пределов числовых последовательностей в курсе математики средних общеобразовательных школ и школ (классов) физико-математического профиля; определены психолого-педагогические предпосылки повышения эффективности процесса изучения отдельных элементов указанной теории, в том числе, обусловленные возможностями средств и методов НИТ.

В ходе теоретического анализа программной и инструктивно-методической документации школ нами установлено, что на современном этапе развития школьного образования вопрос о роли теории пределов числовых последовательностей в курсе математики правомерно рассматривать лишь в контексте проблемы об уровневой и профильной дифференциации в обучении. В общеобразовательных школах указанная теория не используется для формально-логического обоснования основных положений дифференциального и интегрального исчисления и не считается обязательной в плане достижения целей математического образования. Отдельные элементы этой теории, с которыми учащиеся знакомятся в курсе математики общеобразовательных школ, имеют преимущественно прикладное значение. В школах (классах) с углубленным теоретическим и практическим изучением математики теория пределов числовых последовательностей отвечает целям математического образования и рассматривается в достаточно большом объеме. Формирование ее основных элементов начинается в курсе алгебры (9-й класс), продолжается и углубляется в курсе алгебры и начал анализа (10-й класс), наполняется практическим содержанием в курсе геометрии. В настоящем исследовании мы ориентировались на школы (классы) с уг-

любленным изучением математики.

Проведенный нами методический анализ системы понятий теории пределов числовых последовательностей позволил выделить из них основные, то есть такие понятия, которые отражают ведущие идеи теории, развиваются в ней, имеют обширные внутренние и внешние связи. К таковым относятся понятия бесконечной числовой последовательности и ее предела. Процесс формирования этих понятий неразрывно связан с процессом формирования системы умений по их применению к решению задач и доказательству теорем. К числу таковых относятся умения по выделению переменных величин и установлению факта функциональной зависимости между ними, аналитическому представлению функциональной зависимости и нахождению значений функций по заданным значениям аргумента, выяснению свойств числовых последовательностей и их графической интерпретации, вычислению пределов сходящихся числовых последовательностей, применению метода предельного перехода к решению задач.

В ходе теоретического исследования нами выявлен ряд особенностей, которыми характеризуется процесс изучения теории пределов числовых последовательностей в средней школе. К таковым относятся, во-первых, особенности содержания понятийного аппарата теории, а во-вторых, особенности умственной деятельности учащихся по овладению им. К особенностям содержательного характера нами отнесены высокая степень абстрактности основных понятий теории и их диалектический характер. К особенностям умственной деятельности учащихся отнесены трудности, связанные с переходом к новым, по сравнению с элементарной математикой, объектам и формам мышления, с преодолением тормозящего влияния устоявшихся представлений на приобретаемые знания, а также с осмыслением логической структуры определений, формируемых понятий.

В настоящем исследовании обосновывается вывод о том, что для повышения эффективности процесса изучения элементов теории пределов числовых последовательностей представляется целесообразным руководствоваться общедидактическими принципами обучения с акцентом на принципы доступности, наглядности и индивидуализации, а также планировать целенаправленное формирование приемов умственных действий и учебной работы учащихся. Это позволяет предупредить формальное усвоение учащимися учебного материала, предотвратить возникновение у них ошибочных ассоциаций, а также повысить их познавательную активность и самостоятельность. В работе на конкретных примерах показаны пути реализации общедидактических принципов обучения при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ, а также проанализированы возможности

формирования и использования общих и конкретных умственных действий учащихся. Кроме того, выделены специфические для процесса изучения элементов теории пределов числовых последовательностей рациональные приемы учебной работы учащихся и представлены их правила-ориентиры.

В исследовании также обосновывается вывод о том, что для достижения эффективных результатов обучения учащихся элементам теории пределов числовых последовательностей представляется целесообразным активно использовать средства и методы НИТ. Это позволяет:

- экономить учебное время учащихся за счет исключения из их деятельности рутинных операций вычислительного характера и оперативного представления необходимой справочной информации;

- расширять и углублять изучаемую предметную область за счет моделирования и имитации абстрактных процессов и явлений, а также организации экспериментально-исследовательской деятельности;

- обеспечить тренинг типовых умений и навыков учащихся.

В качестве перспективного направления совершенствования учебного процесса в условиях информатизации образования в исследовании выделяется применение такого метода познавательной деятельности учащихся, как вычислительный эксперимент. Известно, что он предполагает, во-первых, проведение серии вычислений над числовыми значениями параметров исследуемых объектов с целью улавливания некоторой закономерности их поведения. Во-вторых, он предусматривает выполнение вычислений по формулам, полученным в ходе теоретического анализа взаимозависимости параметров исследуемых объектов, с целью проверки их справедливости. Эффективность использования компьютера для проведения вычислительного эксперимента обеспечивается такими его уникальными возможностями, как быстрота и точность вычислений, наглядность представления результатов, надежность их хранения и др. В рамках настоящего исследования очерчен круг тех вопросов теории пределов числовых последовательностей, при изучении которых оказывается целесообразным проведение вычислительного эксперимента с использованием компьютера, а также уточнены причины, по которым происходят потери точности вычислений и достоверности результатов в ходе экспериментальных работ по изучению отдельных элементов теории пределов, выяснены реальные возможности для осуществления контроля за их возникновением и предложены пути их устранения.

В качестве важного направления совершенствования учебного процесса в условиях информатизации образования нами выделено моделирование с помощью ЭВМ. Значение моделей в обучении трудно переоценить. С помощью одних удается выделять наиболее существенные

признаки изучаемых объектов, отвлекаясь от несущественных. С помощью других - визуализировать такие свойства исследуемых объектов, которые недоступны непосредственному наблюдению. С помощью третьих - имитировать поведение объектов в различных абстрактных ситуациях. При этом, использование моделей способствует повышению мотивационной насыщенности процесса обучения, стимулированию выработки у учащихся исследовательских и конструкторских умений, существенному снижению вероятности формального усвоения знаний, повышению наглядности изложения учебного материала, формированию научного мировоззрения учащихся, развитию их мышления. Использование в обучении средств НИТ создает объективные предпосылки для повышения эффективности процесса создания учебных моделей. К числу таких предпосылок, прежде всего, следует отнести уникальные возможности компьютера, позволяющие представлять наглядно-образную информацию в сочетании со знаково-символьной, динамизировать изображения, создавать мультипликацию, применять "электронный микроскоп", градуировать цвет, использовать звук и т.п. К основным достоинствам учебных моделей, реализуемых с помощью ЭВМ, следует отнести их гибкость, вариативность и возможность активного управления ими со стороны пользователя. В предложенной работе рассматриваются примеры, позволяющие судить о том, что эффективность процесса изучения элементов теории пределов числовых последовательностей может быть значительно повышена за счет использования методически оправданной системы учебных моделей, реализуемых на ЭВМ.

Во в т о р о й главе изложены основные положения методики изучения элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ и показаны возможные пути реализации предлагаемых методических подходов.

С целью повышения эффективности процесса обучения учащихся элементам указанной теории нами разработан пакет ППС LIMES (лат. *limes* - предел) для комплекта учебной вычислительной техники на базе персональных компьютеров "YAMANA MSX - 2". Основу пакета составляют демонстрационные, моделирующие, операционные и тренажерные программы. Демонстрационные ППС предназначены для создания наглядных иллюстраций к объяснению учителя и тексту учебника. Моделирующие ППС - для имитации абстрактных процессов в их внутреннем развитии и движении. Операционные ППС - для проведения вычислительных экспериментов. Тренажерные ППС - для формирования типовых умений и отработки конкретных учебных навыков. Указанные ППС подразделяются нами на активные (открытые) и пассивные (закрытые). При работе с активными ППС допускается возможность диалога с пользователем, например, по вопросам задания и варьирования исходных данных, пере-

изображений, изменения масштаба экрана и т. п. При использовании пассивных ППС, напротив, не предусматривается вмешательство в процесс их работы. В исследовании описаны структура и основное назначение программ пакета LIMES, а также приведены инструкции по их использованию.

В настоящей работе нами тщательно исследован вопрос о целесообразности применения компьютера при изучении понятия бесконечной числовой последовательности. Процесс формирования этого понятия характеризуется значительными трудностями. Последние, прежде всего, проявляются в том, что учащиеся достаточно формально воспринимают идею бесконечности числовой последовательности и переносят свойства конечных множеств на бесконечные. Указанные трудности в значительной степени устраняются благодаря использованию в учебном процессе возможностей НИТ. А именно, средства НИТ предоставляют возможность генерировать бесконечные (потенциально, по возможности: лат. *potentia*- возможность) числовые последовательности, создавать их графические модели и представлять их с различной степенью детализации, моделировать процессы реальной действительности, дающие представление о переменных величинах различного характера изменения. В работе рассмотрены некоторые методические аспекты формирования понятия бесконечной числовой последовательности с использованием пакета ППС LIMES и обоснованы выводы о том, что предложенная методика позволяет, во-первых, в значительной мере преодолеть формализм в знаниях учащихся при усвоении идеи бесконечности числовой последовательности, а во-вторых, предупредить возникновение ошибочных ассоциаций учащихся, связанных с переносом свойств конечных множеств на бесконечные.

Значительное внимание в исследовании уделено вопросу о целесообразности использования компьютера при изучении понятия предела бесконечной числовой последовательности. Это обусловлено тем, что процесс формирования данного понятия сопряжен с значительными трудностями. Во-первых, учащиеся не осознают идею предельного перехода и не представляют его динамики. Во-вторых, они достаточно формально усваивают  $\varepsilon$ -определение понятия предела числовой последовательности. Одно из перспективных направлений совершенствования методики формирования понятия предела числовой последовательности может быть связано с использованием компьютеров. Это объясняется тем, что с помощью последних можно генерировать всевозможные сходящиеся числовые последовательности и визуализировать процессы стабилизации изменения их членов, наглядно интерпретировать понятие предела числовой последовательности и проводить вычислительные эксперименты по уточнению смысла кванторов, входящих в соответст-

вующее определение. В исследовании рассмотрены некоторые методические приемы формирования понятия предела числовой последовательности с использованием пакета ППС LIMES и аргументирован вывод о том, что использование НИТ позволяет добиться сознательного усвоения учащимися идеи предельного перехода, уточнить смысл кванторов, входящих в определение предела числовой последовательности и выяснить логическую связь между ними.

Тесно связанной с указанными выше оказывается проблема обоснования целесообразности использования компьютера при изучении понятия бесконечно малой величины. Процесс формирования этого понятия, как известно, характеризуется определенными трудностями. Во-первых, учащиеся достаточно формально воспринимают  $\varepsilon$ -определение понятия бесконечно малой величины, не вникая в смысл используемых в нем кванторов. Во-вторых, они не осознают, что термин "бесконечно малая величина" дает представление не о значении этой величины, а о характере ее изменения. В-третьих, они достаточно часто отождествляют понятия бесконечно малой и очень малой величин. Один из путей преодоления перечисленных трудностей может быть связан с широким использованием в обучении средств и методов НИТ. А именно, с помощью компьютера представляется возможным создавать наглядные модели к понятию бесконечно малой величины и демонстрировать их в динамике, проводить вычислительные эксперименты по установлению номеров  $N$ , начиная с которых абсолютное значение конкретной бесконечно малой величины становится и в дальнейшем остается меньше любого наперед заданного положительного числа  $\varepsilon$ . В исследовании изложены некоторые методические аспекты формирования понятия бесконечно малой величины с использованием пакета ППС LIMES и обоснован вывод о том, что реализация возможностей НИТ способствует проникновению в сущность указанного понятия и обеспечивает возможность организации экспериментально-исследовательской деятельности учащихся по изучению основных свойств бесконечно малых величин.

В рамках данного исследования также рассмотрен вопрос о целесообразности использования компьютера для реализации метода предельного перехода. Особенностью последнего, как известно, является то, что он основывается на двух взаимосвязанных действиях: вычислении и умозаключении. В процессе вычисления формируется последовательность приближений неизвестной величины, а в процессе умозаключения делается вывод о существовании предела этой последовательности. Понятно, что эффективность реализации метода предельного перехода определяется, во-первых, оперативностью выполнения вычислительных работ и точностью их результатов, а во-вторых, умением учащихся полноценно аргументировать свои рассуждения и строить

логически безупречные выводы. Учитывая сказанное, нам представляется целесообразным для реализации указанного метода использовать компьютер. Прежде всего он позволяет освободить учащихся от выполнения однообразной рутинной работы вычислительного характера, а также высвободить учебное время урока для целенаправленного формирования умственных действий анализа и синтеза, абстрагирования и конкретизации, сравнения, обобщения и т. п., то есть для воспитания у учащихся культуры математического мышления. В исследовании приведены примеры использования пакета ППС LIMES для реализации метода предельного перехода при решении задач на вычисление длины окружности, площади круга, длины дуги окружности, площади сектора круга, числа  $\pi$ , площади криволинейной трапеции. Указанные примеры не исчерпывают всех математических задач, для решения которых применяется метод предельного перехода, однако раскрывают его суть и наглядно демонстрируют целесообразность использования ЭВМ для его реализации.

В ходе исследования уточнены методические требования к ППС тренировочно-контролирующего типа. С учетом этих требований разработана программа, ориентированная на формирование и отработку у учащихся навыков вычисления пределов числовых последовательностей, общий член которых представляется в виде отношения многочленов.

Кроме того, в исследовании обоснована целесообразность осуществления межпредметных связей курсов математики и информатики при изучении теории пределов числовых последовательностей. В качестве первого аргумента в пользу реализации таких взаимосвязей приводится вывод о том, что для повышения эффективности процесса изучения отдельных элементов указанной теории требуется активное использование вычислительных средств и средств визуализации результатов вычислений, что возможно только при использовании современных компьютеров с соответствующим программным обеспечением. В качестве второго аргумента выдвигается положение о том, что при решении основных типов задач теории пределов числовых последовательностей представляется уместным осуществлять знакомство учащихся с базовыми структурами алгоритмического языка и некоторыми приемами программирования. Сказанное наглядно продемонстрировано на большом количестве примеров.

С целью определения эффективности методики изучения элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ нами проведен педагогический эксперимент. Он проводился в три этапа (констатирующий, поисковый, формирующий) и осуществлялся в течение 1988-1992 учебных лет в классах с углубленным теоретическим и практическим изучением математики средних общеобразовательных

школ №89, №134 г. Киева, школы №5 г. Ивано-Франковска, школы №1 г. Лисичанска (Луганская обл.), а также в школе №145 физико-математического профиля г. Киева. Экспериментом было охвачено около 600 учащихся, в том числе формирующим более 400 учащихся.

Цель констатирующего эксперимента состояла в выяснении степени сформированности у учащихся основных понятий теории пределов числовых последовательностей и установлении уровня осмысленности их действий при решении основных типов задач. На этом этапе экспериментальной работы (1988-1989 уч. гг.) в результате проведения контрольных работ и устных опросов учащихся, бесед с учителями математики и их анкетирования был выявлен фактический уровень знаний, умений и навыков учащихся по основным вопросам теории пределов числовых последовательностей, а также определены трудности, с которыми встречаются учителя и учащиеся соответственно при изложении и усвоении учебного материала, установлены причины этих трудностей.

Цель поискового эксперимента состояла в выявлении путей повышения эффективности процесса изучения элементов теории пределов числовых последовательностей. На этом этапе экспериментальной работы (1989-1991 уч. гг.) уточнялось содержание указанной теории в рамках курсов алгебры (9 кл.), алгебры и начал анализа (10 кл.) и геометрии; выяснялись возможности применения НИТ и пути реализации основных положений теорий деятельности и поэтапного формирования умственных действий при изучении отдельных элементов теории пределов; определялись техническая база, организационные формы и методы обучения; подбирался материал для создания пакета ППС и составления правил-ориентиров деятельности учащихся; совершенствовалась система задач и упражнений; разрабатывались методические рекомендации по использованию НИТ в процессе изучения элементов указанной теории.

Цель формирующего эксперимента состояла в проверке эффективности разработанной методики. На этом этапе экспериментальной работы (1991-1992 уч. гг.) для регистрации эффекта, ожидаемого от применения методики изучения элементов теории пределов числовых последовательностей с применением НИТ, использовался метод сравнения уровней усвоения учебного материала учащимися контрольных и экспериментальных классов. В эксперименте принимали участие 7 экспериментальных и столько же контрольных групп, в которых обучались соответственно 205 и 213 учащихся. Выборки были однородны и независимы. Уроки в тех и других классах проводились одним преподавателем. Единственным отличием в экспериментальных и контрольных классах была методика преподавания. В первых- разработанная в хо-

де нашего исследования, а во вторых - традиционная. Уроки по предложенной методике проводились в классах, оснащенных КУВТ на базе персональных компьютеров "YAMANA MSX-2". Преподаватели экспериментальных групп обеспечивались пакетом ППС LIMES, его описанием и методическими рекомендациями по использованию этого пакета при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей. Уроки в экспериментальных классах средней школы N134 г. Киева проводились автором исследования, в школе N89 г. Киева при его непосредственном участии, а в школах N145 г. Киева, N52 г. Ивано-Франковска и N1 г. Лисичанска по материалам методических разработок.

Для проверки уровней сформированности у учащихся основных понятий теории пределов числовых последовательностей, а также умений и навыков решения основных типов задач в экспериментальных и контрольных классах проводились письменные работы, составленные соответственно из теоретических вопросов и практических упражнений одного и того же содержания. Результаты предлагаемых проверочных работ подвергались качественному анализу.

Для статистической обработки результатов письменных работ были использованы критерии Колмогорова-Смирнова и  $\chi^2$ . Анализ полученных экспериментальных данных позволил заключить, что разработанная нами методика изучения элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ является более эффективной, чем традиционная.

В заключительной части диссертации подведены итоги исследования и намечены перспективы его продолжения и углубления. Основными результатами исследования являются следующие:

1. Определены психолого-педагогические предпосылки повышения эффективности процесса формирования теоретических знаний и практических умений учащихся при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей.

2. Разработана методика изучения элементов указанной теории с использованием НИТ.

3. Разработан пакет ППС LIMES для компьютерной поддержки предлагаемой методики.

4. Разработаны методические рекомендации по использованию ЭВМ при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей в курсах алгебры и начал анализа 9-го и 10-го классов школ (классов) физико-математического профиля.

5. Разработано описание применения (инструкция пользователя) пакета ППС LIMES.

6. Проведен педагогический эксперимент, подтверждающий эффективность предлагаемых методики, пакета ППС и учебно-методических пособий.

Полученные в ходе исследования результаты позволили сделать следующие выводы:

1. Введение основных понятий теории пределов числовых последовательностей необходимо осуществлять индуктивно-дедуктивным методом на частично-поисковой основе. Основными этапами процесса формирования понятий должны быть: наблюдение и эксперимент; выделение существенных признаков понятия и закрепление их в математических терминах; графическое или символическое представление понятия и его изучение формальными методами.

2. Организация процесса изучения элементов теории пределов числовых последовательностей на основе положений психологической теории деятельности, в частности теории поэтапного формирования умственных действий, позволяет обеспечить эффективность обучения и качество усвоения учащимися учебного материала.

3. При изучении элементов теории пределов числовых последовательностей целесообразно и возможно формировать приемы умственных действий и учебной работы учащихся.

4. Для визуализации абстракций, организации экспериментально-исследовательской деятельности и тренинга типовых умений учащихся при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей необходимо активно использовать возможности НИТ.

5. При формировании основных понятий теории пределов числовых последовательностей приоритетное значение имеют такие возможности компьютера, как информационное моделирование и проведение вычислительного эксперимента.

По проблеме диссертационного исследования нам представляется целесообразным продолжить работу в таких направлениях:

1. Исследовать проблему организации и сочетания различных форм учебной деятельности учащихся при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей с использованием НИТ.

2. Разработать методику реализации межпредметных связей курсов математики и информатики при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей.

В приложении 1 приведено описание применения (инструкция пользователя) пакета ППС LIMES.

В приложении 2 приведены тексты контрольных заданий, которые были использованы на заключительном этапе педагогического эксперимента для проверки уровней сформированности теоретических знаний и практических умений учащихся.

Основные положения диссертационного исследования отражены в следующих публикациях:

1. Программисты работают бригадами //Радянська школа. - 1988. - №11. - С. 32-35.
2. ЭВМ и предел числовой последовательности //Радянська школа. - 1989. - №9. - С. 69-76.
3. Использование ЭВМ при формировании понятия предела числовой последовательности. - В кн.: Использование новой информационной технологии в учебном процессе. - К., РУМК, 1990. - С. 95-101. / На укр. яз. /
4. Организация групповой учебной деятельности учащихся в условиях новой информационной технологии обучения //Совершенствование организационных форм и методов преподавания математики, информатики и вычислительной техники в школах и педвузах. Гулистан, 25-26 мая 1990 г.: Тез. докл. - Гулистан, Сырдарьинский ГПИ, 1990. - С. 46-48.
5. Использование ЭВМ при изучении некоторых вопросов теории бесконечно малых в курсе математического анализа //Применение ПЭВМ в учебном процессе вуза. Методические рекомендации. Измаил: ГПИ, 1991. - С. 90-91.
6. Использование ЭВМ для построения наглядной модели бесконечной числовой последовательности.: В сб. Проблемы развития психолого-педагогической науки в научно-техническом творчестве молодежи. К.: КГПИ, 1991. - С. 82-83. / На укр. яз. /
7. Использование ЭВМ при изучении элементов теории пределов в курсе алгебры и начал анализа средней школы. - В сб.: Современная информационная технология в учебном процессе. К.: КГПИ, 1991. - С. 64-72. / На укр. яз. /
8. ЭВМ при формировании понятия бесконечно малой величины //Ридна школа. - 1991. - №10. - С. 50-55.
9. Использование ЭВМ при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей в курсе алгебры 9-го класса школ с углубленным изучением математики: Методические рекомендации. - К.: КГПИ, 1991. - 56 с. / На укр. яз. /
10. Использование ЭВМ при изучении элементов теории пределов числовых последовательностей в курсе алгебры и начал анализа 10-го класса школ физико-математического профиля: Методические рекомендации. К.: КГПИ, 1992. - 52 с. / На укр. яз. /

Подписано к печати 12.10.1992г. Объем 0,9. Формат 60x84 1/16.  
Печать офсетная. Тир. 100. Зак. 592. Бесплатно.

УОП, КГПИ им. Драгоманова, Киев, Пирогова, 9.



