

К. Ю. Юр.
01
13.00.02

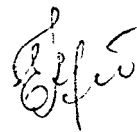
На правах рукописи

КРОПОТОВА
Елена Юрьевна

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ, СВЯЗАННЫЕ С
ИНТЕРВАЛЬНОЙ МАТЕМАТИКОЙ, КАК СРЕДСТВО
ПОВЫШЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

13.00.02. — теория и методика обучения информатике

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата
педагогических наук



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ - 1997

Работа выполнена на кафедре прикладной математики
Российского государственного педагогического университета
им. А. И. Герцена.

Научный руководитель:

кандидат технических наук, профессор Ю. К. Кузнецов

Официальные оппоненты:

заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук,
профессор Г.Г.Меньшиков;

кандидат педагогических наук, доцент И.Б.Готская.

Ведущая организация:

Санкт-Петербургский государственный университет педагогического
мастерства.

Защита состоится “ 25 ” декабря 1997 г. в 16 часов 30 минут на
заседании Диссертационного Совета Д 113.05.09 по защите
диссертаций на соискание ученой степени доктора наук в Российском
государственном педагогическом университете имени А.И.Герцена
(191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, д.48, корп.1, ауд.209)

С диссертацией можно ознакомиться в
фундаментальной библиотеке РГПУ им. А. И. Герцена.

Автореферат разослан “ 24 ” ноября 1997 г.

Ученый секретарь

Диссертационного Совета



З. И. Новосельцева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертационное исследование посвящено разработке методики обучения интервальному варианту численных методов и интервальных оценок погрешностей при решении прикладных задач в курсе информатики студентов физико-математических специальностей педагогических вузов.

Актуальность исследования обусловлена современными тенденциями в развитии науки. Социокультурная и научная ситуация обуславливает глубокие изменения в методологическом фундаменте образования, а значит ведет к обновлению его компонентов. В процессе подготовки учителя в области информационных технологий выделяются следующие противоречия социально-педагогического характера: между потребностью общества в специалистах с высоким уровнем информационной культуры и недостаточной разработанностью методических путей подготовки таких специалистов, между быстро меняющимся набором обязательных знаний педагога и методами, обеспечивающими единство процесса обучения и требуемого уровня его профессиональной подготовленности, между потребностью учителей в теоретических и прикладных знаниях по использованию информационных технологий в обучении и уровнем научной разработанности методологии этих знаний.

Большой вклад в теорию и практику информатизации сферы образования был внесен Г.А.Бордовским, А.П.Ершовым, В.А.Извозчиковым, Э.И.Кузнецовым, Ю.К.Кузнецовым, В.В.Лаптевым, Н.В.Макаровой, В.Г.Разумовским, И.А.Румянцевым.

В профессионально-педагогической подготовке учителей информатики приоритет отдается теоретической и технологической сторонам, на которые опирается прикладная. Значение решения теоретических и научно-практических проблем для сферы образования состоит в разработке новых и совершенствовании существующих

методов и средств обучения информатике и информационных технологий и специальных дисциплин. В соответствии с мнением В.В.Лаптева и М.В.Швецкого, к перспективным направлениям развития теоретической информатики можно отнести вычислительную математику, компьютерную алгебру, математическое моделирование и основы вычислительного эксперимента.

Одной из компонент, составляющих педагогическую деятельность учителя информатики, является математический аппарат (паспорт специальности раздел 2 п.1.4.), включающий современные численные методы и алгоритмы решения задач алгебры, анализа, численный эксперимент и алгоритмы компьютерной алгебры, оценку погрешностей полученных результатов и определение их достоверности.

В учебные планы подготовки студентов по специальности "Учитель ИВТ" и программы по информатике средних школ включен раздел методы вычислений, в котором отводится особая роль умению решать прикладные задачи и выполнять анализ вычислений (паспорт специальности раздел 2 п. 2.5., 1.4.). Успешность усвоения знаний по информатике представляется через непосредственное общение с вычислительной техникой. Именно процесс решения практической задачи дает такую возможность. Поэтому возникает задача более глубокого пересмотра содержания и методики изложения данного раздела в соответствии с последними научными достижениями.

При разработке учебной дисциплины необходимо ориентироваться на соответствующую область научных знаний. В последние годы широкое распространение при решении численных задач получили методы интервального анализа. Возникновение интервального анализа связано с именем американского математика Рэймона Эдгара Мура, основополагающая работа которого вышла в 1966 году.

Первоначально интервальные методы возникли как средство автоматического контроля ошибок округления на ЭВМ и впоследствии

превратились в один из разделов современной прикладной математики. При этом в основе лежала идея двусторонней аппроксимации, которая при учете погрешностей приводит к необходимости обобщения понятия вещественного числа. Эта новая технология научных вычислений приводит к гарантированным двусторонним границам искомого результата в тех случаях, когда невозможно получить точное значение.

Последующие исследования показали, что методы интервального анализа могут служить не только для учета ошибок округления на ЭВМ, но и являются новыми аналитическими методами для теоретических исследований.

Вопросы интервалов применительно к различным научным проблемам рассматривались в работах Р.Мура, Г.Алефельда, Ю.Херцберга, Л.Хансена, Ю.И.Шокина, З.Х.Юлдашева, С.А.Калмыкова, Б.С.Добронца, В.М.Нестерова, Г.Г. Меньшикова, Т.Э. Каминского и других ученых.

Основным требованием к оценкам погрешностей является требование их достоверности, состоящее в запрете как их занижения, так и чрезмерного завышения. В отличие от традиционных, интервальные методы позволяют получать решения задач вместе с полным и строгим учетом ошибок вычислений, удовлетворяют требованиям достоверности, отличаются относительной простотой вычислений и легко реализуются на персональных компьютерах. Участие вычислительной техники в интервальных расчетах представляется необходимым в силу того, что несмотря на простоту вычислений, они могут оказаться значительными по объему.

В связи с этим, актуальность исследования мы видим в следующих аспектах. Во-первых, требуется пересмотр содержания и методики изложения раздела методы вычислений, читаемого студентам специальности "Учитель ИВТ", с учетом развития и достижений науки. Во-вторых, необходимо добиться, чтобы будущие учителя, оказавшись в системе школьного образования легче

воспринимали различные тенденции в развитии новых информационных технологий обучения. В-третьих, интеграция России в мировую образовательно-информационную среду, обуславливает необходимость владения интервальной техникой научного счета, так как на международном рынке алгоритмов и программ ей придется все большее значение.

Цели работы. Разработка методики обучения решению прикладных задач в интервальном варианте, получение оценки погрешностей результатов, научное обоснование и реализация модифицированного метода в курсе информатики педагогического вуза.

Объект исследования. Раздел численные методы решения прикладных задач для специальности “Учитель ИВТ”, изучаемый в педагогических вузах (паспорт специальности раздел 1), как элемент процесса обучения теоретическим основам информатики.

Предмет исследования составляют содержание этого раздела, ориентированное на исследование интервальных оценок погрешностей вычислений (анализ вычислений) (паспорт специальности раздел 2 п.1.4.), методы и формы обучения разработанным модифицированным методам.

Научная новизна. Получены следующие результаты:

— Теоретически и экспериментально обоснована целесообразность внедрения интервальных методов решения прикладных задач в курс информатики педагогического вуза в рамках раздела методы вычислений.

— Разработана методика обучения интервальным методам студентов специальности “Учитель ИВТ”

— Сформулированы методические рекомендации по ее использованию и пути внедрения теории интервалов в учебный процесс педагогического вуза.

— Предлагается интерпретация численных методов в интервальном варианте. Выполнена сравнительная оценка

классической и интервальной методик для арифметических операций и элементарных функций.

Практическая значимость работы. Получена и доведена до практической реализации методика интервальных методов в курсе информатики как средство ознакомления студентов с современными подходами к анализу точности вычислений при решении практических задач и обработке информации. Материал может стать отдельным факультативным курсом по методике интервальных вычислений или разделом по решению прикладных задач в курсе информатики средней школы.

Методы исследования.

— Теоретический анализ методической, педагогической, психологической, научной, учебной литературы и учебных программ, исследований по проблеме.

— Комплексная диагностика с использованием анкетирования, методик анализа мотивационно-целостных установок обучаемости студентов, усвоенных ими способов деятельности; опыта работы преподавателей.

— Наблюдение за процессом преподавания специальных дисциплин, качества деятельности студентов на лекционных, семинарских, лабораторных занятиях, на зачетах и экзаменах.

— Опытнo-экспериментальная работа как основной метод диагностирования и коррекции выдвинутой гипотезы и апробирования результатов.

Гипотеза исследования заключается в следующем: если построить доступную и строгую систему интервальных методов, в качестве одного из направлений изучения численных методов, используемых при решении прикладных задач в курсе обучения информатике в педагогическом вузе, то это позволит студентам на более высоком качественном уровне усваивать вопросы, связанные с информационной картиной мира, построением математических моделей, разработкой

алгоритмов, обработкой информации, достоверностью решения задач реальной жизни.

Апробация работы. Теоретические результаты работы и их практические приложения докладывались и обсуждались на Герценовских чтениях / Санкт-Петербург, 1994, 1995, 1996, 1997 / , на конференции по малокомплектной и сельской школе / Арзамас, 1997 / , на заседаниях кафедры прикладной математики РГПУ им. А.И.Герцена, в Вологодском педагогическом институте, в школе, где проводился педагогический эксперимент .

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 126 страницах и состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, содержащего 154 наименования работ отечественных и зарубежных авторов.

Выносимые на защиту положения.

— Теоретическое и экспериментальное обоснование целесообразности внедрения интервальных методов решения прикладных задач в курсе информатики педагогических вузов.

— Методика обучения интервальному варианту численных методов.

— Содержание разработанного курса.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении к диссертации дано обоснование темы исследования, раскрыта его актуальность, практическая значимость, определены цель, объект, предмет и задачи выбранного направления исследования, отмечены этапы проведенной работы.

Глава I

1. “Информатика и вычислительная математика”.

В п. 1.1. “Решение численной задачи” делается краткий обзор литературы относительно подходов к определению понятий “информатика” и “вычислительная математика”.

Рассматривается процесс решения численной задачи в информатике с одной стороны и в прикладной математике, с другой.

Проводится сравнительный анализ, выделяются общие и различные черты. Делается вывод о том, что исследуемые процессы достаточно похожи, но отождествить их нельзя: наблюдается определенное наложение в планах решения задач, предлагается сравнительная таблица. Приводятся примеры, являющиеся существенным доводом взаимопроникновения вычислительной математики и информатики.

П. 1.2. “Новые информационные технологии и школьное образование” посвящен интегративным курсам, включающим области знаний информатики, математики и вычислительной математики. Рассматриваются варианты взаимодействий и взаимовлияний школьной математики и школьной информатики и соответственно их методические особенности.

Приводятся примеры авторских единых курсов информатики и математики, реально используемых сегодня в средних школах и гимназиях.

2. “Методическое обоснование перехода к интервальному варианту курса “Численные методы”.

В п. 2.1 “Краткий обзор теории интервалов” отмечаются положительные стороны интервальной арифметики, которые состоят в достоверности получаемых оценок погрешностей. Рассматриваются проблемы, которыми занимается интервальный анализ. Он может рассматриваться как эффективный метод решения задачи контроля за погрешностями машинных операций, а следовательно, и транспортабельности программ. Сообщаются некоторые сведения из истории развития интервальной теории.

П. 2.2 “Пути внедрения теории интервалов в учебный процесс” представляет собой методическое обоснование модифицированного курса. Постановка раздела численные методы, читаемого в педагогических вузах в настоящее время базируется на классической теории погрешностей. В связи с тем, что в большинстве случаев, численные методы используются при обработке результатов измерений или экспериментов, классический подход оказывается неоправданным,

так как не обеспечивает достоверности оценки погрешностей. Оценивается положение существующего курса в рамках современной науки и высказывается предположение о необходимости его уточнения и совершенствования. Предлагаются варианты реализации поставленной цели и рассматриваются возможности их внедрения в учебный процесс на современном этапе и в будущем. Анализ вариантов организации обучения решению практических задач в курсе информатики, программы курса “Численные методы”, почасовой расстановки лекционных, практических и лабораторных занятий, загруженности студентов показал, что на сегодняшний день возможно параллельно с классическими методами построить систему аналогичных интервальных методов и вести их как спецкурс на основе знаний, полученных в курсе классических численных методов. Отмечаются преимущества такого подхода.

3. “Программа курса”.

В данном разделе представлено тематическое содержание модифицированного курса и даются методические рекомендации по использованию предложенной программы.

Глава II “Интервальный вариант численных методов” представляет собой непосредственное изложение методики изучения разработанного спецкурса.

1. “Интервальная арифметика”

Вводится понятие интервального числа: основные объекты интервальной арифметики - замкнутые вещественные интервалы $[a;b]$, где $a, b \in \mathbb{R}$ и $a \leq b$. В случае $a=b$, интервал $[a;a]$ называется вырожденным или точечным интервалом.

Даются определения, теоремы и следствия из них, описывающие действия над отрезками. Раскрывается, что коммутативность, ассоциативность, существование нейтральных элементов относительно сложения и умножения сохраняются, а дистрибутивность нарушается в интервальной арифметике. Дается определение произведения

интервала на скаляр, доказывается монотонность арифметических операций относительно включения.

Вводятся определения непрерывной и монотонной на отрезке функции, интервального расширения:

Интервально-значную функцию $F(X_1, \dots, X_n)$ интервальных аргументов X_1, \dots, X_n будем называть интервальным расширением вещественно-значной функции $f(x_1, \dots, x_n)$ вещественных аргументов x_1, \dots, x_n , если

$$1. F(X_1, \dots, X_n) \supset \{f(x_1, \dots, x_n) : x_i \in X_i, i=1, \dots, n\}$$

$$2. F([x_1; x_1], \dots, [x_n; x_n]) \equiv F(x_1, \dots, x_n) = f(x_1, \dots, x_n).$$

Если $f(x_1, \dots, x_n)$ - рациональная вещественно-значная функция, то ее интервальное расширение $F(X_n)$ получается непосредственно из f заменой аргументов x_i интервальными аргументами X_i и заменой вещественных арифметических операций соответствующими интервальными операциями.

Доказывается основная теорема интервальной арифметики:

Если $F(X_1, \dots, X_n)$ есть рациональное выражение относительно интервальных переменных X_1, X_2, \dots, X_n , т.е. конечная комбинация из конечного числа переменных $X_j, j=1, \dots, n$, полученная с помощью интервальных арифметических операций, то включения $X_j^{(1)} \subset X_j^{(2)}, j=1, \dots, n$ влекут за собой включение $F(X_1^{(1)}, \dots, X_n^{(1)}) \subset F(X_1^{(2)}, \dots, X_n^{(2)})$.

2. "Элементы теории погрешностей"

Приводятся формулы, по которым вычисляются классические и интервальные погрешности для чисел $x=[a;b]$ и $y=[c;d]$:

$$\Delta_{\text{инт}}(\overline{x \pm y}) = \Delta x \pm \Delta y;$$

$$\Delta_{\text{инт}}(\overline{xy}) = 1/2 [\max(ac, ad, bc, bd) - \min(ac, ad, bc, bd)]$$

$$\Delta_{\text{инт}}(\overline{x/y}) = 1/2 [\max(a/c, a/d, b/c, b/d) - \min(a/c, a/d, b/c, b/d)]$$

$$\text{и для функции } f(x): \Delta \overline{f(x)} = |f(b) - f(a)| / 2,$$

формулы классических погрешностей общеизвестны. Проводится сравнительный анализ погрешностей арифметических операций и

значений элементарных функций, делаются выводы о преимуществах использования интервальных оценок. Они состоят в том, что интервальная методика не требует дифференцируемости исследуемых функций, а значит увеличивает класс функций к которым эти оценки применимы, в ней соблюдается основной принцип теории погрешностей, согласно которому оценки погрешностей приближенных значений должны быть достоверными и не могут занижаться (как и чрезмерно завышаться), учитывает все виды возникающих погрешностей в процессе вычислений.

3. "Метрическое интервальное пространство"

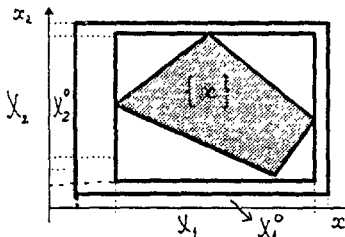
Вводится метрика, определения, приводится их геометрическая интерпретация.

4. "Решение алгебраических уравнений"

Проводится постановка задачи, где определяются понятия интервального сжатия, корня уравнения. Рассматривается вопрос о выделении из отрезка таких по возможности узких подынтервалов, которые содержат в себе вещественный корень уравнения, приводятся рисунки. Разбираются методы деления и метод Ньютона, как наиболее удачный при решении уравнений такого типа.

5. "Решение систем линейных алгебраических уравнений"

Проводится постановка задачи, вводится определение решения интервальной системы, оптимального интервального решения. Приводится пример решения интервальной системы с иллюстрацией интервального решения и оптимального интервального решения для случая $n=2$.



$X=(X_1, X_2)$ -произвольное решение
 $X^0=(X_1^0, X_2^0)$ -оптимальное решение,
 при этом любое решение системы
 $\{x\} \subset X^0 \subset X$ и
 $X_1^0 = [\inf\{x_1\}; \sup\{x_1\}] = \Pi_{\text{proj}_1}\{x\}$
 $X_2^0 = [\inf\{x_2\}; \sup\{x_2\}] = \Pi_{\text{proj}_2}\{x\}$.

Предполагается, что решением системы

$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \end{pmatrix}$ является множеством двухмерных точек $\{x\}$, образующих

заштрихованную фигуру.

Рассматривается интервальный аналог метода Крамера, матричный метод решения систем, метод Гаусса. Отмечаются условия, разработанные К. Райхманом, при которых возникают осложнения в случае решения систем уравнений методом Гаусса.

Подробно разбирается метод простой итерации, как наиболее точный, учитывающий все виды возникающих погрешностей и дающий право получать результат с любой степенью точности.

В третьей главе “Организация, проведение и результаты педагогического эксперимента” представлены материалы, полученные в ходе констатирующего, поискового и формирующего этапов исследования.

Основу констатирующего эксперимента составляла проблема поиска путей повышения развивающей функции обучения информатике через решение задач реальной жизни, которая в свою очередь представляла проникновение новых достижений науки в учебные программы педвузов.

Задача данного этапа заключалась в анализе состояния обучения. Диагностический этап уточнял и корректировал общие теоретические подходы. Был определен характер и уровень подготовки студентов (профессиональный и образовательный эффект материала и методики его изучения), установлена связь между вузовским и школьным курсом информатики и, в частности, разделом численные методы, выяснены возможности использовать студентами полученные знания в дальнейшей педагогической деятельности.

Исследование, проведенное с применением ряда соответствующих методик (анкетирования, наблюдения, бесед, анализа результатов экзаменов и зачетов, изучения и анализа методической, педагогической, научной литературы, учебных программ) показало отставание содержания исследуемого раздела от достижений

современной науки, выявлено понижение интереса студентов к изучению численных методов решения прикладных задач в связи с отрывом от других дисциплин. Это позволило предложить пути формирования и развития как содержания курса, так и методики обучения численным методам.

Главная задача поискового эксперимента состояла в отборе содержания материала для модифицированного курса и разработке методики обучения.

Был определен объем содержания материала. Изучение методов вычислений предполагалось осуществить на основе интервального анализа, теории новой и еще достаточно не известной широким кругам. Это обстоятельство определило первую задачу, состоящую в отборе содержания для изучения основ нового аппарата — интервальной арифметики.

Вторая задача включала интерпретацию численных методов и оценок погрешностей на новый модифицированный язык. Особенностью этой задачи являлся тот факт, что выбор интервальных численных методов должен ограничиваться критериями доступности, легкости изложения, вычислительной простотой, возможностью программирования.

Выработанные первоначально идеи о том, кто будет изучать новые численные методы и в каком объеме, в ходе работы претерпевали изменения. Были составлены варианты обучения.

Поисковый эксперимент подтвердил предположение о том, что введение новой методики без учета классических численных методов, пока невозможно. Это объясняется тем, что некоторые вопросы интервального анализа, несмотря на выгоду их применения в прикладных задачах, представляют сложность для изучения студентами. Наша задача рассмотреть те из них, которые позволяют увидеть достоинства новой методики: экономичность расчетов, качество получаемых результатов и их оценок, возможность реализации на персональных компьютерах.

Важным результатом поискового эксперимента явилось установление того факта, что необходимо четко выделить основную часть содержания и дополнительный материал, который может изучаться в качестве самообразования для расширения кругозора.

Формирующий этап эксперимента посвящался практическому внедрению разработанной программы.

В эксперименте принимали участие учащиеся 10-11 классов школы-лицея №211 Санкт-Петербурга, занимающиеся на спецкурсе по направлению информатика-математика.

Эксперимент преследовал следующие цели: уточнение и дополнение разработанной программы, практическое внедрение программы, а именно ознакомить учащихся с интервальной методикой вычислений, тем самым повысить образовательную функцию учебных предметов, и продемонстрировать преимущества использования интервального варианта при решении прикладных задач и получении оценок погрешностей.

В программу первого года обучения вошли вопросы изучения численных методов и некоторые вопросы теории погрешностей в классическом варианте. Второй год — период внедрения интервального варианта численных методов и получение результатов. На момент введения основ интервальной арифметики, учащиеся хорошо владели классическими методами решения алгебраических уравнений и систем линейных уравнений, формулами для вычисления погрешностей арифметических операций и значений элементарных функций, техникой алгоритмирования этих методов и реализацией решения практических задач на компьютере. В результате обучаемые могли уловить связь, выяснить сходство и различие численных методов в двух вариантах. Кроме того, задачи, решаемые ранее и ответы на которые уже получены, решались снова, но по новой методике. В этом случае, у обучаемых была возможность часть практического материала выполнять самостоятельно, сравнивая, анализируя и делая выводы о целесообразности каждого метода в отдельности.

Теоретический материал вводился согласно разработанному содержанию главы II и методическим рекомендациям. По окончании теоретического изложения каждой темы проводились практические занятия по решению задач. В начале изучения раздела учащимся предлагалось индивидуальное домашнее задание на весь период изучения темы. Проводились самостоятельные, проверочные и контрольные работы, тесты для проверки уровня запоминания материала.

В конце изучения курса был проведен теоретический зачет, в который вошли вопросы по численным методам как в классическом, так и в интервальном вариантах. Это было сделано с целью не предвосхищать преимущества того или иного метода, а подтвердить их научную значимость.

Итогом нашего эксперимента явилась контрольная работа, которая состояла из набора разнообразных задач. Важным фактом было то, что в ней не указывался способ, которым необходимо было решить задачи, т.е. учащимся предоставлялось право выбора. Основные цели, стоящие перед нами заключались в следующем: проанализировать типы задач, решаемых по интервальной методике, выяснить общую популярность интервальной версии численных методов в экспериментальной группе.

В заключение, для внесения общего эмоционального подъема, была проведена игра-консилиум, на которой “представители” двух направлений разработки численных методов поделились мнениями о преимуществах использования того или иного метода при решении различных прикладных задач.

Для подведения итогов и анализа полученных результатов воспользовались методами статистики.

Эффективность применения методики выяснялась через вычисление результата усвоения предмета, которое определяется с помощью методики вычисления качества знаний по балловым оценкам. Статистической обработке подвергались балловые оценки,

которые характеризуют только одну сторону процесса обучения — качество знаний. Другая сторона — раскрытие творческих способностей (проявление интереса и самостоятельности) не может подвергаться статистической обработке, в этом случае необходимо учитывать индивидуальные особенности отдельных обучаемых.

Итоговая контрольная работа стала материалом для анализа популярности интервальных численных методов у обучаемых. Данный критерий позволил судить об изменении уровня знаний учащихся. Мы не ставили во главу успеха тот факт, что работа выполнена только по интервальной методике. Раскрытие творческих способностей, по нашему мнению, связано с повышением образовательного уровня, умением в различных ситуациях “увидеть” тот способ решения, который обеспечит экономное во времени, эффективное и наиболее точное решение.

Для описания результатов в этом случае мы обратились к векторным диаграммам. Они демонстрируют реализацию второй цели экспериментальной работы — ознакомить учащихся с последними достижениями науки и по возможности популяризировать их.

Диаграмма 1. Показывает уровень владения обучаемыми интервальным вариантом численных методов.

0 — численными методами не владеет вообще;

1 — владеет классическими численными методами;

2 — владеет интервальной методикой в применении к простейшим численным задачам;

4 — владеет интервальной методикой в применении к любым численным задачам (в рамках изучаемой программы).

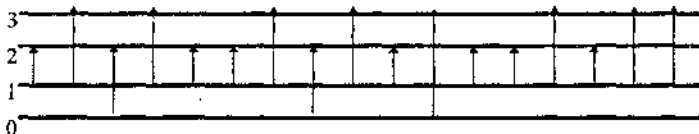


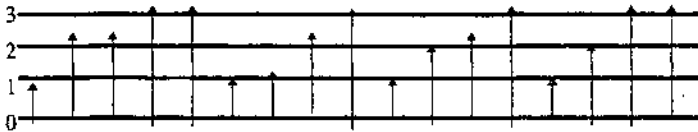
Диаграмма 2. Проявление творческих способностей.

0 — итоговая работа выполнена с использованием только классических численных методов;

1 — работа выполнена с использованием тех и других методов, но без четкой применимости того или иного метода к определенному типу задач;

2 — работа выполнена с использованием только интервальных методов;

3 — работа выполнена с применением обеих методик соответственно типу предложенных задач.



Исследование результатов проведенной работы позволило сделать вывод о том, что экспериментальная методика способствует усвоению основных знаний по разделу численные методы и создаст условия для развития выборочной способности применения полученных и ранее изученных научных фактов в различных ситуациях.

В заключении диссертации излагаются выводы и итоги работы, возможные направления дальнейших исследований.

Основное содержание диссертационного исследования отражено в публикациях:

1. Кропотова Е.Ю. Интервальная арифметика и теория погрешностей: Дипломная работа. — Вологда: ВГПИ, 1992, 42с.
2. Кропотова Е.Ю. Решение систем линейных алгебраических уравнений с интервальными коэффициентами // "Герценовские чтения — 95". — Спб.: Образование, 1995, С. 90-91.
3. Кропотова Е.Ю. Совершенствование преподавания численных методов студентам педвузов // Материалы конференции по малокомплектной и сельской школе. — Арзамас.: АГПИ, 1997.
4. Кузнецов Ю.К., Кропотова Е.Ю. Один из аспектов межпредметной связи вычислительной математики и информатики // "Теоретические и методические проблемы подготовки учителя в системе непрерывного образования (математика, информатика). — Мурманск.: МГПИ, 1997, С. 54-57.
5. Кропотова Е.Ю. К вопросу о модификации курса "Численные методы" // "Теоретические и методические проблемы подготовка учителя в системе непрерывного образования (математика, информатика). — Мурманск.: МГПИ, 1997, С. 57-60.