

5-1(07)
M169

12.901-

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. А.М. ГОРЬКОГО

М.Г.

На правах рукописи

МИХЕЕВ ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ

ЕДИНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ВЕЛИЧИН В КУРСАХ
МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

13.00.02 - методика преподавания математики

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Київський педагогічний
інститут ім. О. М. Горького
БІБЛІОТЕКА

Киев - 1991

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова



100313493

Работа выполнена в Киевском государственном педагогическом институте им. А.М. Горького

Научный руководитель: доктор педагогических наук,
профессор СЛЕПКАНЬ З.И.

Официальные оппоненты: - доктор педагогических наук, профессор
ГОНЧАРЕНКО С.У.

- кандидат педагогических наук,
доцент ЛЫСЕНКО В.И.

Ведущее учреждение: Черниговский государственный
педагогический институт им. Т.Г.Шевченка

Защита состоится "28" мая 1991 г. в 15 часов на
заседании специализированного совета К.ИЗ.01.04 в Киевском
государственном педагогическом институте им. А.М. Горького
(252030, Киев-30, ул. Пирогова, 9).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "27" апреля 1991 г.

Ученый секретарь
специализированного совета



ИЛЮШИН В.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Проводимые ныне преобразования в экономической, политической и социальной сферах общественной жизни выдвигают новые требования к общеобразовательной и профессиональной школе, обуславливают новые подходы к обучению и воспитанию, подготовке подрастающего поколения к производительному труду.

Одним из резервов совершенствования учебно-воспитательного процесса является установление и реализация межпредметных связей — важного средства комплексного подхода к обучению, воспитанию и развитию школьников. В основе межпредметных связей с методологической точки зрения лежит принцип единства мира, природы и общества, с учебной — единство познавательного процесса. В ходе обучения взаимосвязь между учебными предметами, являясь отражением объективных межнаучных связей, выступает как средство интеграции знаний школьников, их систематизации и обобщения.

Особая роль в этом процессе принадлежит математике. В.И. Ленин, подчеркивая значение математики для отражения единства мира, писал: "Единство природы обнаруживается в "поразительной аналогичности" дифференциальных уравнений, относящихся к различным областям явлений".¹

В действующих программах для средней школы все более усиливается тенденция углубления межпредметных связей математики и физики. Этому способствует возрастающая роль математики и физики в условиях ускорения научно-технического прогресса.

¹/ Ленин В.И. Материализм и эмпириокритицизм // ПСС. — Т. 18. — с. 306.

Проблема межпредметных связей математики и физики исследовалась учеными и методистами А.Н. Колмогоровым, А.Д. Александровым, В.А. Забритантом, Р. Фейнманом, В.В. Мултановским, Б.В. Хомутским, И.В. Скопиной, В.Н. Рельонским, И.А. Кураховским, А.Т. Донченко и многими другими.

Обширная тематика исследований межпредметных связей математики и физики включает в себя и вопрос о формировании и изучении понятия величины и ее измерения (А.Н. Колмогоров, А. Забег, А.А. Биленкин, К. Берка и др.).

Объяснение этого заключается в непосредственной связи вопросов измерения величин с реализацией принципа политехнизма в процессе обучения. Данные вопросы являются не только важной составляющей прикладной направленности курса математики, но и основой, на которой в значительной степени базируется изучение физического мира и его свойств в ходе преподавания физики, химии, биологии, других предметов.

В то же время научно-методические исследования в данной области (Кузнецова Е.Л., Иванов А.И., Хомутский В.Д., Урвачева Л.П., Сурганова А.С., Кострикина Н.П. и др.) в большинстве случаев рассматривают проблему величины и ее измерения в общеобразовательной школе в контексте конкретного учебного предмета, ограничиваясь совершенствованием методов, приемов и средств изучения и ориентирясь на заложенные в программах и учебной литературе понятия и определения. При этом часто не учитываются потребности других школьных дисциплин, не ставится задача выработки основ формирования у учащихся единых представлений о понятии величины и ее измерения как составной части комплексного изучения общих закономерностей математики и физики — наук о природе.

Анализ курсов математики начальной школы и У-VI классов,

Алгебры, геометрии, физики показывает, что они, в основном, либо отражают различные научные подходы к заданию процесса измерения объектов окружающего мира, либо, смешивая их концептуальные основы, придерживаются различных интерпретаций трактовки понятия величины и ее места в процессе измерения без надлежащего, во многих случаях, теоретического обоснования и без учета трактования сущности, свойств и приложений данного понятия в смежных учебных дисциплинах.

Согласно одному из подходов, величины (длина, площадь, объем) являются результатом качественного сравнения (на основе заданной аксиоматики) объектов реального мира (отрезков, фигур, пространственных тел).

В свою очередь процесс сравнения однородных величин порождает множество действительных чисел, на которое в результате измерения отображаются исходные величины. Однако такая позиция противоречит сложившейся в человеческой деятельности практике измерения, где числа первичны по отношению к объекту измерения и существуют до выделения свойства действительности в качестве некоторой величины. Даже устранение данной несогласованности с процессом обучения измерениям в средней школе не позволяет расширить положения рассматриваемой теории на огромное множество негеометрических величин (скорость, энергия, работа, температура и т.д.), поскольку дефиниция последних затруднительна (если вообще возможна) без предварительного их измерения.

Поэтому, согласно второму подходу, измерение выступает как отнесение действительного числа некоторому явлению, предмету или процессу окружающего мира. Понятие величины в этом случае отсутствует; длины, площади, объемы и т.п. представляют собой лишь определенные имена числовых значений. Однако дидактические сооб-

ражения, связанные с трудностью восприятия данной теории в ее строгом изложении, важность и значимость понятия величины требуют рассмотрения этого понятия в процессе обучения в средней школе. Поэтому в учебной литературе наблюдается либо искусственное введение понятия величины в процесс измерения свойства действительности на основе определенной аксиоматики, либо величины задаются эмпирическим путем как единственные первоначальные объекты измерения.

Различное трактование понятий величины и измерения школьных курсах математики и физики ведет, в свою очередь, к несогласованности в вопросах формирования и изучения свойств, особенностей и приложений величин, задания и определения процесса измерения, принципа, методов, средств и единиц измерения, способов и приемов исследования действительности.

Поэтому учитель, формируя понятия величины и измерения, не только часто не знает требований, которым должны удовлетворять данные вопросы курса, исходной понятийной базы, основных этапов и оптимальных методов, но даже зная это, не может одновременно ориентироваться на различные трактовки изучаемых понятий, заложенные в школьных учебниках и учебных пособиях различных предметов.

Следствием этого является отсутствие разумной последовательности и преемственности при изучении данных вопросов, что отрицательно сказывается на выработке у учащихся единых теоретических, практических и прикладных знаний, навыков и умений.

Таким образом, проблемой нашего исследования является определение возможных путей и средств оптимального обеспечения преемственности и взаимосвязи по формированию и изучению понятия величины и ее измерения при обучении математике и физике в средней школе, а также разработка методики реализации единого подхода к

Данные вопросы, способствующей повышению уровня знаний, умений и навыков школьников по математике и физике.

Основная цель этой проблемы составляет цель исследования.

Объектом исследования избран процесс обучения математике и физике учащихся основной школы, формирующий у школьников представления о величине и способах ее измерения.

Задачей исследования является методика осуществления внутри- и межпредметных связей при формировании понятия величины и измерения величин в школьных курсах математики и физики.

Основываясь на научно-методологической, психолого-педагогической и методической литературе, методических поисках творчески работающих учителей, результаты педагогического эксперимента, собственный опыт работы в школе дали возможность выдвинуть следующую гипотезу исследования: если последовательно осуществлять единый подход к формированию и изучению понятий величины и измерения величин путем реализации единых требований к трактовке сущности, содержания, особенностей и приложений рассматриваемых понятий и связанных с ними вопросов, то это должно способствовать повышению качества обучения, генерализации и интеграции знаний учащихся по математике и физике, формированию у школьников обобщенных навыков и умений, подготовки к производительному труду.

Для достижения поставленной цели и проверки сформулированной гипотезы потребовалось решить следующие задачи.

1. Провести научно-методологический и психолого-дидактический анализ проблемы формирования и изучения понятий величины и измерения величин.
2. Определить оптимальные условия, требования и пути обеспечения преемственности и взаимосвязи по формированию понятий величины и измерения величин в школьных курсах математики и физики.

3. Разработать методику реализации единого подхода к формированию и изучению рассматриваемых понятий и способов деятельности.
4. Экспериментально проверить эффективность разработанной методики в процессе обучения и внедрить основные результаты исследования в педагогическую практику.

Исследования проводились на протяжении 1987-1990 г.г. При этом на первом этапе (1987-1988 г.г.) отрабатывались теоретические основы исследования, на втором (1988-1990 г.г.) - проводилась в средних школах № 272 и 170 г. Киева их практическая апробация в процессе обучения и внедрение в педагогическую практику.

Методологической основой решения поставленных задач является:

- учение классиков марксизма-ленинизма о диалектическом единстве наук о природе;
- Материалы Съезда работников народного образования (1989 г.);
- концепция генерализации и интеграции учебного материала и знаний учащихся.

При решении поставленных задач использовались методы исследования:

- анализ естественно-научной, методологической, психолого-педагогической и методической литературы;
- анализ опыта работы учителей по формированию и изучению понятий величины и измерения;
- анализ знаний, умений и навыков учащихся, касающихся понятия величины и способов ее измерения;
- апробация и коррекция результатов исследования в процессе эксперимента.

Научная новизна исследования определяется выработкой и реализацией единых содержательных, терминологических и методических требований к заданию, трактовке и изучению понятий величины, ее

измерения и связанных с ними вопросов на основе эмпирико-математического трактования сущности, свойств, особенностей и приложений рассматриваемых понятий, в обосновании необходимости и возможности организации и изучения этих понятий на интуитивно-отражательном уровне с элементами аксиоматического метода.

Теоретическая значимость исследования состоит:

- в выборе методологической и психолого-дидактической основы единого подхода к формированию и изучению понятия величины и ее измерения, согласно которой измерение определяется как эмпирико-математический процесс отнесения при выбранной системе измерения действительного числа - величине, под которой понимается объективно существующее свойство предметов, явлений и процессов действительности, заключающее в себе диалектически связанные качественные и количественные (потенциальные или реализованные) компоненты.

- Практическая значимость определяется:

- разработкой методики формирования и изучения рассматриваемых понятий, в основе которой лежит деятельностный подход к овладению знаниями, навыками и умениями;
- апробацией разработанной методики, которая может быть использована учителями математики средних школ, методистами педагогических институтов и институтами усовершенствования квалификации учителей, авторами школьных учебников.

На защиту выносятся:

I. Теоретические положения о едином подходе к трактованию понятий величины и измерения величин как диалектическом единстве его эмпирических и математических характеристик; система основных свойств, характеристик и приложений понятий величины и ее измерения.

2. Требования к содержанию, методам, формам и средствам организации процесса обучения при формировании и изучении понятий величины и измерения величин в средней школе.

3. Методика реализации единых требований к формированию и изучению понятий величины и измерения в школьных курсах математики и физики.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертационная работа написана в соответствии с темой № 01.37.0/069974 госрегистрации, разрабатываемой кафедрой методики преподавания математики Киевского государственного педагогического института им. А.М. Горького.

Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения. Список использованной литературы содержит 156 наименований. В текст включены иллюстрации (31 рисунок, 4 таблицы, 3 диаграммы).

Во введении излагается состояние изученности проблемы и ее актуальность, обосновывается формулировка гипотезы и постановка задач для ее проверки, излагаются отдельные положения, выносимые на защиту, формулируется теоретическая и практическая значимость работы.

В § I первой главы "Естественно-научный и психолого-дидактический анализ проблемы формирования понятий величины и измерения величин в средней школе" в научно-методологическом и историко-гносеологическом плане рассмотрен процесс развития понятия величины и ее измерения, проанализированы существующие в науке и методике преподавания подходы к решению рассматриваемой проблемы.

Во втором параграфе этой главы на основе анализа роли и места понятий величины и измерения в структуре математического понятия и с учетом психолого-дидактических особенностей овладения данными понятиями и способами деятельности рассмотрены основные методы.

формы и средства их изучения, базирующиеся на деятельностном подходе к процессу обучения. В соответствии с этим подходом в работе выделены критерии принадлежности к понятиям величины и измерения, сформулированы общие схемы изучения данных понятий, составлены схемы ориентировочной основы действий формирования знаний, навыков и умений в отношении конкретных величин и процесса их измерения, проанализированы этапы и уровни обучения в средней школе.

В §§ 1 и 2 второй главы диссертации изложена методика реализации единого подхода к изучению понятия величины и измерения величин в курсах математики и физики основной школы, которая охватывает V-IX классы и касается основных геометрических и физических величин и процесса их измерения, на знаниях, навыках и умениях в отношении сущности, характеристик, свойств, особенностей и приложений которых основывается углубление и расширение представлений учащихся в старших классах.

Третий параграф второй главы содержит результаты апробации и внедрения данной методики в педагогическую практику, подтверждающие принятую гипотезу о положительном влиянии экспериментальной методики на повышение результативности обучения.

Проведенные нами теоретические и экспериментальные исследования дают возможность сделать следующие выводы и предложения:

1. Понятия величины и измерения являются составной частью человеческого знания в историко-гносеологическом плане. Формирование и изучение данных понятий подчинено требованиям выработки общематематической культуры обучаемых, обусловлено потребностями процесса обучения математике и физике, решает задачи прикладной направленности данных курсов, способствует развитию умений и навыков учебно-познавательной и практической деятельности учащихся.

2. Понятия величины и измерения в основной школе не могут

быть заданы на основе рассмотрения в полном объеме и в строгом изложении математической (аксиоматической) теории величины. Формирование данных понятий в школьных курсах математики и физики возможно лишь на интуитивно-отражательном уровне путем изучения содержания, свойств, особенностей и приложений величин и процесса их измерения (с элементами аксиоматического метода) с последующей систематизацией и некоторым обобщением полученных знаний, умений и навыков.

3. Основой единого подхода к формированию понятий величины и измерения в школьных курсах математики и физики являются единые содержательные, терминологические и методические требования к заданию, определению и изучению данных понятий и связанных с ними вопросов.

При этом исходной научно-методологической базой может являться задание понятия величины как объективно существующего свойства предметов, явлений и процессов действительности, заключающего в себе диалектически связанные качественные и количественные (потенциальные или реализованные) компоненты.

Измерение величины определяется как эмпирико-математический процесс отнесения при выбранной системе и единице измерения действительного числа и задается такой аксиоматикой:

1) Каждой величине соответствует единственное при выбранной единице измерения значение величины.

2) Равные величины имеют равные значения.

3) Если величина является суммой величин, то ее значение равно сумме значений ее частей.

4) Операции, определенные для величин, инвариантны относительно числовых значений величин.

При этом следует отметить основные характеристики и свойства

понятия величины и ее измерения:

1) Величина является единственным объектом измерения. Сами предметы, явления и процессы действительности, которые отражает определенная величина, являются только измеряемыми объектами или референтами величины.

2) Каждой величине соответствует единственный, неотрицательный, объективно существующий размер, который характеризует количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию величина.

3) а) Результатом измерения величины (определения ее размера) является значение величины - оценка величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц.

б) Понятия значения и размера величины не тождественны в связи с невозможностью абсолютного определения размера ввиду неточности средств измерения, самого процесса измерения, а также из-за объективно существующей бесконечности познания размера величины.

в) Значение величины не тождественно действительному числу, поскольку в себе понятие значения несет определенные качественные свойства соответствующей величины. В связи с этим в теоретическом плане недопустимо представление значения величины как произведение числа и единицы измерения, которое может быть интерпретировано только как символическое описание, но не как определение значения величины. Однако в процессе обучения такой подход оправдан и полезен, поскольку позволяет, опуская некоторую математическую строгость, создать адекватные психическому и умственному уровню развития учащихся приемы формирования и изучения понятий величины и измерения. Исходя из этого вводится понятие числового значения величины для обозначения отвлеченных чисел, вхо-

дующих в значении физической величины.

г) Понятие значение величины объединяет два самостоятельных понятия - истинного и действительного значения. Под первым понимается то значение, которое идеально отражает свойства данного объекта в количественном и в качественном отношении. Например, таковым может являться значение, полученное в результате теоретического исследования величины. Реально существующее значение, например, полученное в результате измерения, называется действительным значением величины.

д) Значение величины зависит от выбранной системы измерения (см. п. 7)).

4) Величины характеризуются определенным наименованием (именем) и размерностью, которая отражает связь конкретной величины с основными величинами системы. Понятия наименования и размерности величины являются структурно-равноценными понятиями.

5) Отмечая отсутствие в науке единой классификации величин ввиду огромного разнообразия свойств окружающего мира, следует указать, что применительно к процессу обучения в средней школе наибольший интерес представляют скалярные и векторные величины.

Определяющим критерием скалярной величины является наличие размера; для векторной, кроме того, - направления и условия геометрического (векторного) сложения величин.

Каждой векторной величине ставится в соответствие вектор, наглядным изображением которого является направленный отрезок. Понятия векторной величины и вектора не тождественны.

6) Величины обладают рядом свойств (сравнимость, измеримость, слагаемость, умножение на число и другие). В то же время операции умножения (деления) величины на скалярную и векторную величину не определены. Существующая запись данных операций отражает

лишь функциональное отношение между величинами и относится только к наименованию величин, а на практике применима лишь к числовым значениям величин.

7) Процесс измерения величины задается системой измерения, которая охватывает принцип, метод, средство и единицу измерения.

Под принципом измерения понимается совокупность физических явлений как основа измерения.

Методом измерения называется "совокупность приемов использования принципов и средств измерения, где под последними понимаются измерительные технические средства, которые обладают нормированными метрологическими свойствами".

Единица измерения в зависимости от подхода к трактованию понятий величины и измерения может быть определена как величина (в упрощенном варианте как геометрическая фигура или материальный эталон) или как значение величины (число).

Несмотря на то, что последнее определение более приемлемо для проведения практических измерений и задания физических величин, оно трудно применимо в процессе обучения в силу сложности в методическом плане. Исходя из этого, а также учитывая принятый нами в диссертации подход к определению понятия величины на основе нестрого заданных математических структур (путем качественного подведения к данному понятию), целесообразно, как представляется, придерживаться определения единицы измерения для процесса обучения в средней школе как величины - величины, которой по определению присвоено числовое значение равное 1.

4. Изучение рассматриваемых вопросов в средней школе основывается на решении следующих задач:

I) Формирование понятия величины:

а) Формирование системы знаний о сущности, содержании, свойствах,

особенностях и приложениях скалярных и векторных величин.

б) Реализация единых требований к терминологии, символике и трактовке величины и понятий, связанных с ней (размер, значение (истинное, действительное, приближенное), наименование, размерность).

в) Выработка практических умений и навыков действий с величинами.

2) Формирование понятия измерения:

а) Формирование представления об измерении как соотношении между величинами и действительными числами.

б) Формирование понятия алгоритма измерения.

в) Формирование знаний о принципе, методе, единице и средствах измерения.

г) Изучение свойств и особенностей измерительных операций и результатов измерения.

д) Выработка умений и навыков организации и проведения процессов измерения и вычисления; формирование, изучение и применение понятий приближенного измерения и вычисления и связанных с этим вопросов.

5. Изучение понятий величины и измерения в нашем исследовании основывается на разработанном в советской психологии и педагогике деятельностном подходе к формированию личности и, в частности, на теории П.Я.Гальперина и Н.Ф.Талызиной о поэтапном формировании умственных действий. С учетом установленных ими основных типов ориентировок и соответствующих типов учения, в нашем случае представляется приемлемым третий тип ориентировочной основы действия, в качестве предметного содержания которой выбраны следующие критерии:

а) в отношении понятия величины -

1) общность выделяемого свойства для некоторого множества объектов - референтов величины;

2) возможность качественного или количественного сравнения рассматриваемых однородных свойств (сравнимость свойств);

3) возможность проведения измерения (измеримость свойства);

б) в отношении понятия измерения -

1) прямое или косвенное сравнение объекта измерения с единицей измерения. (При принятом нами определении объекта и единицы измерения для процесса обучения в средней школе - прямое или косвенное сравнение величины с единичной однородной величиной).

б. Общие схемы ориентировочной основы действий при формировании и изучении конкретной величины и процесса ее измерения выглядят следующим образом:

а) в отношении понятия величины -

1) выделение свойства предметов, явлений или процессов физического мира;

2) выявление общности рассматриваемого свойства для ряда объектов действительности;

3) выяснение места и роли свойства в человеческом познании и практике;

4) выяснение возможности качественного или количественного сравнения однородных свойств;

5) нахождение метода определения количественных соотношений между однородными свойствами (измеряемость свойства);

6) выделение и задание (аксиоматическое или описательное) изучаемой величины;

7) анализ свойств и особенностей данной величины, а также связей ее с другими величинами;

8) рассмотрение процесса измерения величины и связанных с этим

вопросов;

б) в отношении понятия измерения

1) обоснование и выбор (на интуитивном уровне или в явном виде) системы измерения: принципа, метода, единицы и средств измерения;

2) выяснение свойств, особенностей и правил проведения процесса измерения;

3) непосредственное проведение измерения как процесса нахождения значения измеряемой величины путем сравнения с единицей измерения с помощью соответствующих средств измерения;

4) алгоритмизация измерения величины (если такая возможна);

5) установление соотношений между различными однородными единицами измерения и соответственно изучение других средств измерения;

6) установление других методов измерения величины;

7) выяснение приближенного характера процесса измерения и результатов измерения. Нахождение погрешностей измерения и округления.

7. В разработанной нами методике наиболее эффективными средствами обучения оказались организация проблемного обучения (эвристический метод, обучение через задачи, проблемное изложение) и организация самостоятельной работы учащихся. При этом особо следует выделить продуктивную направленность выполняемых учениками заданий.

8. Основное направление дальнейшей работы по проблеме исследования сводится к совершенствованию структуры и содержания школьных программ, учебников и учебных пособий по математике, физике, химии в вопросах изучения величин и процесса их измерения на основе единых положений теории величины и развития прикладной направ-

ленности данных курсов.

Отдельные положения диссертационной работы отражены в следующих публикациях:

1. Формування та вивчення понять величини і вимірювання в середній школі // Інститут - школі: Повідомлення і тези обл. наук.-прак. конференції. - Житомир, 1990. - С. 201-203.

2. Поняття величини и измерения величин в процессе углубленного изучения курса математики средней школы // Совершенствование организационных форм и методов преподавания математики, информатики и вычислительной техники в школах и педвузах: Тезисы докладов Всесоюзного семинара-совещания: Ч. II. - Гулистан, 1990. - С. 80-81.

3. Понятие измерения в школьном курсе математики и подготовка учащихся к производительному труду // Актуальные проблемы преподавания математики в общеобразовательных школах Киргизии: Тезисы докладов респ. науч.-мет. конференции. - Фрунзе, 1990. - С. 44-45.

