

(07)
Кова

К56

У-Р 754-
Министерство просвещения УССР

Киевский государственный педагогический институт
им. А. М. Горького

На правах рукописи
Ковалев Иван Захарович

Учение о симметрии
в курсе физики
средней школы

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Диссертация написана
на украинском языке

Специальность 13.00.02 –
методика преподавания физики

Киев, 1976

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова



100313207

53/07/
Кова

Министерство просвещения УССР
Киевский государственный педагогический институт
им. А.М.Горького

На правах рукописи
Ковалев Иван Захарович

УЧЕНИЕ О СИММЕТРИИ В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата
педагогических наук

Диссертация написана на украинском языке

Специальность 13.00.02 – методика преподавания физики

Киев, 1976

Работа выполнена в Научно - исследовательском институте
педагогике УССР

Научный руководитель - кандидат педагогических наук,
старший научный сотрудник Гончаренко С.У.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Белоус М.В.

кандидат педагогических наук, доцент Бугаев А.И.

Ведущее учреждение - Житомирский педагогический институт
им. И.Я.Франко

Автореферат разослан " 5 " марта 1976 г.

Защита состоится " " 1976 г.

на заседании Ученого Совета физико - математического факультета
Киевского государственного педагогического института
им. А.М.Горького /г.Киев -30, ул.Пирогова,9, ауд.431,14 часов/.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
института.

Ученый секретарь Совета.

Претворяя в жизнь решения XXIV съезда КПСС, наша страна в основном завершила переход ко всеобщему среднему образованию. Теперь перед советским народом поставлены новые задачи:

"Развивать и совершенствовать всеобщее среднее образование. Повысить уровень учебно - воспитательной работы в средней школе, больше внимания уделять профессиональной ориентации молодежи"^I.

Ядром, сердцевинной воспитания и образования школьников является содержание образования. За последние годы проделана большая работа по модернизации программ и подготовке новых учебников по физике. Научно - технический прогресс, интенсивное развитие физической науки требует:

1. Привести физическое образование в соответствие с развитием науки и техники.
2. Упорядочить новые знания, полученные учениками в процессе обучения.
3. Отыскать новые классификации школьного материала, что должно привести к исключению устаревших и второстепенных понятий.
4. Укрупнить дозы усвоения научной информации, разгрузить память учащихся.
5. Определить оптимальную методику передачи знаний учащимся.

Для решения этих задач возникла необходимость разработки методики изучения общих физических принципов: принципов сохранения, относительности, симметрии, обратимости, соответствия и др. Среди этих принципов особое место занимает принцип симметрии в частности и учение о симметрии вообще.

Необходимость внедрения отдельных положений учения о

1. Проект ЦК КПСС к XXV съезду "Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 годы". "Правда", 14.12.1975г.

симметрии отстаивается в работах В.А.Фабриканта, Б.М.Лворского, Л.И.Резникова, С.У.Гончаренко, А.А.Саложковой и других. Некоторые положения этого учения нашли отражение в действующих пособиях по физике и пособиях для факультативных занятий.

Актуальность проблемы использования учения о симметрии в школьной физике объясняется и тем, что:

1. Учение о симметрии применяется все шире и шире в современной науке, причем круг решаемых им задач все увеличивается.
2. Проведенные исследования по внедрению положений симметрии в школьный курс касаются только отдельных аспектов применения учения о симметрии в курсе физики средней школы и не опираются на ее общее определение. Эти исследования не учитывают конкретных условий работы школы в настоящее время, так как не связаны с действующими в школе учебными пособиями.

Исходя из всего этого и были сформулированы цели работы:

- а. проанализировать основные пути использования положений учения о симметрии вообще и принципа симметрии Кюри в частности;
- б. исследовать возможность и педагогическую эффективность целенаправленного использования учения о симметрии в курсе физики средней школы;
- в. разработать методику изучения учебного материала, который непосредственно связан с использованием учения о симметрии, и
- г. создать методику применения учения о симметрии для решения задач по физике в школьном курсе.

Опираясь на цели исследования, на результаты анализа использования учения о симметрии в физике как науке, так и в школьном предмете, а также на поисковый эксперимент, мы выдвинули такую рабочую гипотезу:

1. В курсе физики средней школы учение о симметрии должно опираться

на общее определение симметрии.

II. Все операции симметрии толкуются как преобразования пространств — времени, а также некоторых других параметров системы, их рассматривают как дальнейшее развитие и обобщение геометрических преобразований симметрии.

III. В курсе физики средней школы используются операции симметрии:

а. Симметрии пространства — времени /трансляции, вращения/.

б. Преобразования Галилея и преобразования Лоренца /явно/.

в. Геометрические симметрии /плоскость, оси, центр/.

г. Дискретные симметрии /Т-, Р-, С- симметрии/.

д. Принцип симметрии Кюри — принцип суперпозиции геометрических элементов симметрии.

IV. Использование учения о симметрии в школьной физике содействует повышению научного уровня курса, вырабатывает у учеников некоторые черты научного мировоззрения, знакомит их с логикой и содержанием современных физических теорий, формирует представление о современной научной картине мира.

V. Применение симметрии содействует уменьшению перегрузки учащихся, ее внедрение ведет к укрупнению доз усвоения информации и исключению второстепенного эмпирического материала.

Эти соображения определили направление исследования и поисков, в результате которых автор пытался произвести:

1. Отбор и научно — методический анализ учебного материала курса физики, изучения которого требует применение учения о симметрии, определение путей использования этого учения на различных этапах изучения школьной физики.

2. Анализ действующих программ и пособий с точки зрения учения о симметрии. Анализ методической литературы.

3. Анализ соответствующего материала курса математики. Отбор

материала этого курса, на который следует опираться при внедрении идей симметрии в школьный курс физики.

4. Разработку методики использования положений учения о симметрии в школьной физике без изменения структуры и содержания программ, а также структуры учебных пособий. Разработку методики пропедевтической подготовки учеников для восприятия идей симметрии.

5. Применение учения о симметрии для решения задач по физике.

Изучение состояния преподавания физики в школах г. Кировограда и области показывает, что учителя пытаются использовать симметрию в школьном преподавании, но эти попытки не всегда обоснованы и поэтому часто не достигают цели. Это также говорит об актуальности разрабатываемой темы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и библиографии, а также дополнений.

Во введении обосновывается выбор темы исследования, формулируется цель, рабочая гипотеза и задачи, которые автор пытался разрешить.

В первом разделе "Место и роль симметрии в современной физике" кратко рассмотрены применения учения о симметрии в физической науке, причем как раз те случаи, которые могут быть использованы в школьном курсе.

Во второй главе "Методика изучения и применения учения о симметрии в школьном курсе физики" рассмотрено, как отбирался материал учения о симметрии для применения в школьном курсе, показано, что применение положений симметрии в школе должно опираться на общее определение симметрии и на знания учеников по математике, разработана методика пропедевтической подготовки учеников, методика применения учения о симметрии в 8-10 классах средней школы, использованы некоторые дидактические функции симметрии и

рассмотрено применение положений симметрии для решения задач.

Третья глава посвящена педагогическому эксперименту и его результатам. В конце диссертации приведены общие выводы и некоторые дидактические материалы /как дополнения/.

* * *

*

Анализ учебников и пособий по математике, педагогический эксперимент показывают, что ученики вообще подготовлены к восприятию идей учения о симметрии. Эта подготовка улучшится после завершения перестройки курса математики в школе.

Понятие об элементах симметрии теперь вводится в 5 классе, а в геометрии 7 класса последовательно изучается симметрия геометрических фигур на плоскости.

В курсе физики нужно только перенести эти знания на физические объекты, обобщить понятие преобразования симметрии на другие параметры /время, заряд и т.д./, сформулировать принцип симметрии. Все преобразования симметрии предлагается рассматривать и применять согласно схеме, которая применяется в математике.

Для успешного внедрения идей симметрии в школьный курс необходима подготовительная работа, которую желательно начать в 6 классе и которая осуществляется в различных направлениях:

I. Показывается, что геометрические элементы симметрии относятся не только к внешней форме предметов и физических тел, но и к их свойствам, а также пространственно - временным характеристикам. Это делается на примере явлений, изучаемых в 6 и 7 классах.

II. Формируется понятие принципа симметрии, вырабатывается предварительное представление об его эвристической ценности.

III. Вырабатывается умение выполнять преобразования симметрии на физических объектах по известной учащимся схеме.

IV. Показывается, что представления о симметрии физического тела дают возможность установить общие черты между разными объектами или же установить существенные отличия между ними. Это облегчает проведение анализа новых понятий, явлений и процессов. Пропедевтическая подготовка должна проводиться на основе соответствующих опытов и демонстраций, эвристическая функция симметрии только показывается, но не применяется.

8 класс. Здесь продолжается подготовительная работа и в то же время проводится изучение новых симметрий и их применений. В теме "Основные понятия кинематики" вводятся понятия о симметриях пространства и времени — однородности и изотропности. Эти понятия связываются с системой отсчета, показывается, что решение кинематических задач не зависит от выбора начала и ориентации осей координат, от выбора начала отсчета времени. Изучение этих симметрий продолжается в динамике. Как обобщение и расширение симметрий пространства — времени рассматривается механическая симметрия всех инерциальных систем отсчета /ИСО/, I закон механики связывается с симметриями пространства — времени. Показывается, что эти симметрии подтверждаются опытами, наблюдениями, ученики знакомятся с работами Галилея.

Изучая остальные темы программы 8 класса, используют симметрии пространства — времени, показывают, что все законы механики имеют одинаковый вид во всех точках пространства и в разные моменты времени.

Рассматривая движение тела, брошенного вертикально вверх с поверхности земли, формулируют свойство обратимости механического движения, сравнивая параметры движения вертикально вверх и параметры движения вертикально вниз. Используют обратимость механического движения для изучения движения тела, брошенного под углом

к горизонту. Обратимость механических процессов удобно продемонстрировать с помощью простых приспособлений /удар упругих шаров, колебания маятника и т.п./.

Связь законов сохранения с симметриями пространства и времени детально не рассматривается. Хотя в механике 3 класса законы сохранения получают из законов Ньютона, это вовсе не означает, что законы Ньютона – универсальные законы природы. Такими законами есть как раз законы сохранения. В основе этих законов лежат симметрии пространства – времени: из однородности времени получают закон сохранения энергии, из однородности пространства – закон сохранения импульса.

Принцип симметрии применяется для нахождения центра масс.

9 класс. Здесь в полной мере применим принцип симметрии Кюри, обратимость законов электродинамики, симметрии пространства и времени. Положения симметрии достаточно полно используются в теме "Свойства жидкостей и твердых тел". В пособии "Физика – 9" за основной признак кристаллического состояния принята анизотропия кристалла; в действительности это не так. Ведь существуют некристаллические, но анизотропные вещества – дерево, бумага...

В физике признаки твердого состояния делятся на агрегатные, фазовые и энергетические. В школе целесообразно использовать фазовые признаки. Для описания этих признаков нужно знать внутреннее строение тела, взаимное размещение его частиц. Как критерий порядка в размещении частиц кристалла в школьном курсе удобно использовать симметрию.

Кристалл – это тело, у которого размещение частиц характеризуется дальним порядком; в этом случае частицы размещены симметрично относительно определенных плоскостей, осей и центров симметрии. Разные вещества имеют разные комбинации элементов симмет-

рии. Жидкости и аморфные тела - это тела, у которых дальнего порядка в размещении частиц нет, а только ближний порядок. Он характерен тем, что каждая частица имеет одинаковое число соседей; симметрия в размещении частиц отсутствует.

Все изложение этой темы опирается на эксперимент и демонстрации приборов, моделей, диапозитивов и диафильмов, кинофрагментов и рисунков. Демонстрируются разные типы кристаллов /если нет крупных кристаллов, ученики рассматривают мелкие с помощью лупы/. Геометрические элементы симметрии показываются с помощью модели элементов симметрии куба, структура решетки демонстрируется с помощью моделей кубических решеток, изготовленных из пластилина, и с помощью набора решеток. На моделях показывают возникновение анизотропии кристаллов, а также наличие симметричных направлений в них. Плотную упаковку частиц в некоторых кристаллах можно показать с помощью плоских решеток, полученных с помощью стальных шариков или мыльных пузырьков в стеклянной ювете с плоским дном /можно также использовать охотничью дробь/.

В разделе "Основы электродинамики" применяется принцип симметрии. Здесь применяется предположение, что электрические заряды и заряженные тела, а также среда - причины возникновения электрического поля. Принцип симметрии формулируется так:

Симметрия электростатического поля не ниже симметрии системы зарядов и заряженных тел, создающих это поле.

Используя принцип симметрии и графическим описанием полей, получают важные свойства полей конкретных систем: точечного заряда, равномерно заряженного диэлектрического шара, заряженного металлического шара, равномерно заряженной бесконечной плоской пластины, системы таких параллельных пластинок и т.п. Все эти задачи рассматриваются в пособии "Физика-9", но не всегда их решение

обоснованно и понятно ученикам.

Подобным образом изучается магнитное поле. И здесь принцип симметрии формулируется конкретно:

Симметрия магнитного поля не ниже симметрии системы электрических токов, которые его создают.

Но симметрия магнитного поля сложнее, чем электрического, поэтому рекомендуется его изучать в такой последовательности: поле кругового тока, поле соленоида, поле прямолинейного проводника. Все полученные выводы демонстрируются с помощью магнитных спектров. Важно также сравнить симметрию электрического и магнитного полей. Такое сравнение еще раз подчеркивает, что эти поля имеют разную физическую природу: электростатическое поле создается неподвижными, а магнитное — движущимися зарядами в данной системе отсчета. На основе симметрии полей получается вывод об отсутствии магнитных масс.

10 класс. В теме "Геометрическая оптика" применяется принцип симметрии Кюри, который формулируется следующим образом:

Симметрия хода лучей через оптическую систему /источники света, световые пучки, зеркала, линзы, призмы, светопроводы, экраны и т.п./ не ниже симметрии этой системы.

На основе этого принципа получают первые части законов отражения и преломления света, вторую часть закона отражения, получают важные выводы о ходе лучей через призму, плоскопараллельную пластинку, сферические зеркала, линзы, делают выводы об особенностях интерференционных и дифракционных картин /для рассматриваемых в пособии "Физика-10" случаев/.

Важным является также вопрос о характере изображений в линзах и зеркалах, в частности, в плоском зеркале, Здесь уместно

рассмотреть представление о симметрии левого и правого, связав его с соответствующими вопросами курса геометрии.

В теме "Основы теории относительности" снова возвращаются к механической симметрии всех ИСО, вводят соответствующие преобразования симметрии /Галилея/, показывают, на какие свойства пространства и времени они опираются /симметрии пространства - времени, эвклидовость пространства, независимость пространства от времени и наоборот, пространства и времени - от движения/. Затем устанавливают, что механическая относительность противоречит законам электродинамики.

Формулируют постулаты специальной теории относительности /СТО/, обращают внимание на то, что и здесь пространство и время симметричны. Остальные свойства, следуя Эйнштейну, не считают очевидными, а анализируют, проверяют на опыте.

Детально останавливаются на вопросе о физической симметрии всех инерциальных систем отсчета, подчеркивают, что эта симметрия состоит в том, что все физические законы имеют одинаковый вид во всех ИСО. После рассмотрения вопросов о замедлении хода часов и сокращении движущихся масштабов обращают внимание и на то, что симметрия ИСО имеет место и с точки зрения этих свойств пространства и времени. Поэтому нет смысла говорить об "истинных" размерах линеек и об "истинных" показаниях часов и т.п.

В темах "Атомное ядро", "Элементарные частицы" основной упор делают на законы сохранения и на свойства симметрии. В этих темах рекомендуется, кроме законов сохранения импульса, энергии и электрического заряда, познакомить учеников с законами сохранения числа барионов и числа лептонов. Используются также симметрии: обратимость физических процессов /Т-симметрия/ и симметрия частиц

и античастиц /симметрия зарядового сопряжения/.

Идеи учения о симметрии в школьном курсе применяются также для формирования физических понятий, установления физических закономерностей. Рекомендуется рассмотреть такие:

1. Электрическое поле разных систем электрических зарядов.
2. Первые части законов отражения и преломления света, ход лучей через оптические системы.
3. Понятие обратимости физических процессов.
4. Понятия "естественный свет" и "поляризованный свет" на основе принципа симметрии Кюри.
4. Понятие центра масс.
5. Понятие энергии связи атомных ядер.

Во всех этих случаях учение о симметрии применяется для: установления основных признаков понятия, отделения существенных признаков от несущественных, выработки умений и навыков оперирования понятиями при решении познавательных и практических задач, обобщения и расширения известных понятий на новые явления и т.п.

Учение о симметрии имеет мировоззренческое значение, поэтому оно используется для формирования некоторых черт научного мировоззрения: материалистических представлений о пространстве и времени, о современной физической картине мира и роли симметрий в ее построении, о материальности физических полей, о причинно-следственных связях, об объективности физических законов. В диссертации рассматриваются конкретные примеры применения учения о симметрии для формирования таких черт научного мировоззрения учащихся.

Положения симметрии дают возможность акцентировать внимание на межпредметные связи, сделать эти связи более глубокими и

действенными во всех их аспектах. В диссертации изложены примеры таких связей и пути их выявления.

Использование симметрии для решения задач в средней школе базируется на принципе симметрии и на обратимости физических явлений. В работе показывается, что решение задач с помощью положений симметрии не является специальным методом решения. Это, скорее, методический прием, применение которого приводит к упрощению решения, в частности, его математической части.

Симметрия для решения задач применяется в таких направлениях:

1. Для закрепления представлений о симметриях пространства — времени.

2. Для закрепления представления о симметрии всех ИСО.

3. Принцип симметрии Кюри:

а. Решение задач статики, если механическая система симметрична или на нее действует симметричная система сил.

б. Вычисление сил гравитационного взаимодействия неточечных масс.

в. Нахождение центра масс тел, симметрия которых несколько нарушена /в школе рассматривают только такие задачи/.

г. Вычисление сил электростатического взаимодействия между неточечными заряженными телами.

д. Нахождение емкостей батарей конденсаторов.

е. Вычисление сопротивления сложного соединения резисторов.

4. Расчет простых центрированных оптических систем с применением принципа обратимости.

Применение симметрии для решения задач содействует развитию интереса к физике, повышает общетеоретический уровень развития учащихся, содействует выработке умения применять полученные знания.

* * *

Исследование было начато с констатирующего эксперимента, с помощью которого выяснялось знание учениками элементов учения о симметрии, проверялось умение учеников применять симметрию для решения конкретных задач. Автор исходил из предположения о том, что ученики достаточно знакомы с геометрической симметрией, но не представляют, как эти симметрии используются в физике.

Проведенные анкеты, беседы с учениками, абитуриентами и учителями приводят к таким выводам:

1. Ученики подробно изучают геометрические симметрии в математике, а после завершения перестройки школьной математики это изучение будет более глубоким и содержательным.
2. Положения симметрии в физике используются мало, поэтому ученики не имеют обобщенного представления о симметрии, но его выработать вполне возможно.
3. Использование симметрии в школьном курсе необходимо и полезно.
4. Особый интерес вызывает применение симметрии для решения задач.
5. Применение симметрии дает возможность решить некоторые дидактические задачи, частично уменьшить разрыв между физикой и математикой.

Обучающий эксперимент проводился в форме программы активных действий, использующей положения учения о симметрии в различных разделах курса физики средней школы. Он проводился в разных формах и в разных условиях.

1. Систематическое преподавание физики с помощью созданных автором методических рекомендаций.

2. Использование идей симметрии и сохранения в курсе физики 10 класса. Преподавание этих тем во многих школах с использова-

нием подготовленных автором методических рекомендаций.

3. Использование учения о симметрии на факультативных занятиях по физике. Эту работу проводил автор и практиканты Кировоградского пединститута в школах г. Кировограда и на подготовительном отделении пединститута.

4. Изучение положений симметрии в школе "Юный физик" при кафедре физики Кировоградского пединститута, а также при подготовке команды области к олимпиадам по физике.

Контролирующий эксперимент проводился параллельно с обучающим. Контроль за усвоением знаний, за усвоением отдельных вопросов программы осуществлялся различными путями:

1. Конспектирование ответов учеников в классе /автор, учителя, студенты - практиканты/ с последующим анализом.

2. Анализ самостоятельных классных и домашних письменных работ.

3. Анализ контрольных работ.

4. Анализ отчетов учителей, которые участвовали в эксперименте.

5. Анализ анкет, бесед с учениками, абитуриентами, слушателями подготовительного отделения.

6. Обсуждение результатов с учителями и методистами.

Всего в контролирующем эксперименте принимали участие около 600 учеников, около 100 слушателей подготовительного отделения, свыше 300 абитуриентов. Автор проанализировал свыше 800 контрольных и самостоятельных работ, около 150 анкет, свыше 120 бесед.

Результаты педагогического эксперимента обрабатывались методами математической статистики и теории вероятностей. Устные ответы и самостоятельные письменные работы после анализа объединялись в группы:

1. Правильные и обоснованные.

2. Неточные и неполные.

3. 3. Ошибочные ответы.

4. Ответов нет.

Для сравнения вычислялись процентное отношение таких ответов /отдельно для экспериментальной и контрольной групп/, эти результаты заносились в таблицы.

Каждая задача контрольной работы расчленялась на элементарные. Правильное и обоснованное решение элементарной задачи оценивалось в 2 балла, правильное решение, но неточное или неполное объяснение — в 1 балл, правильное решение с ошибочным объяснением, неверное решение или его отсутствие — в 0 баллов.

Набранные по каждой задаче контрольной работы баллы суммировались, по ним строились вариационные ряды, полигоны, вычислялись статистические характеристики. Оценивалась надежность полученных результатов, причем, применялись критерии Стьюдента и Фишера.

Например, после изучения темы "Атомное ядро" ученикам экспериментальной и контрольной групп были заданы 19 вопросов, среди которых были такие:

1. Почему масса ядра всегда меньше массы нуклонов, из которых оно состоит?

2. Ядро бора ${}^5_{\text{B}}^{\text{II}}$ при бомбардировке быстрыми протонами распадается на три частицы, имеющие одинаковые треки в камере Вильсона. Треки начинаются в одной точке и направлены под углом 120° друг к другу. Какие возникают при этом частицы? Записать уравнение реакции.

3. Сколько α - и β -распадов происходит при превращении ядра ${}^{92}_{\text{U}}^{238}$, если это ядро превратилось в ядро свинца ${}^{82}_{\text{Pb}}^{206}$?

Результаты опроса учеников представлены в таблице I. Сравнение результатов опроса учеников экспериментальной и контрольной групп свидетельствует о том, что уровень усвоения материала темы учениками экспериментальной группы значительно выше уровня

усвоения этого материала учениками контрольной группы.

Таблица I.

№ : Процентное соотношение ответов								
Во-: Экспериментальная группа				: Контрольная группа				
во-:	правиль-	неточ-	неправи-	ответа:	правиль-	неточн-	неправи-	ответа
са :	ных и	ных и	льных	нет	ных и	ых и	льных	нет
:	обоснов.:	неполн:	:	:	обоснов.:	неполн:	:	:
I	88	12	-	-	20	10	20	
II	38	41	21	-	18	37	32	13
3	79	21	-	-	60	10	20	10
4	79	19	-	2	58	16	21	5
5	84	16	-	-	58	5	27	10
6	100	-	-	-	80	10	10	-
7	88	12	-	-	54	23	23	-
8	9	47	39	5	-	10	60	30
9	12	26	51	11	3	24	50	23
10	98	2	-	-	42	50	8	-
11	84	16	-	-	55	27	9	9
12	81	19	-	-	37	36	17	10
13	51	49	-	-	40	44	-	16
14	84	16	-	-	50	40	7	3
15	84	14	-	2	63	18	6	8
16	28	68	2	2	23	15	32	30
17	63	35	-	2	44	28	20	8
18	60	33	5	2	36	55	9	-
19	54	44	-	2	42	37	18	3

Затем по этой теме была проведена контрольная работа, результаты которой представлены в виде соответствующих рядов и полигонов. Для них были вычислены статистические характеристики, подтверждающие сделанные выше выводы. Из этой совокупности сделана произвольная выборка результатов 20 учеников /из каждой группы/. Выборка и ее статистические характеристики приведены в таблицах 2 и 3.

Пользуясь таблицей 3, находим критерий Стьюдента $t = 4,62$. Сравниваем с табличным значением этого критерия^I, приходим к выводу: полученные результаты достоверны, так как при $t = 3,89$

I.Т.А.Агекян. Основы теории ошибок для астрономов и физиков. Изд. 2. М., "Наука", 1972, табл. 4.

возможен лишь один случай из 1000, когда полученные результаты обусловлены случайностью /уровень вероятности полученных результатов 99,9%/.

Таблица 2

№	$X_{i\alpha}$	$X_{i\alpha} - \bar{X}_\alpha$	$(X_{i\alpha} - \bar{X}_\alpha)^2$	$X_{i\beta}$	$X_{i\beta} - \bar{X}_\beta$	$(X_{i\beta} - \bar{X}_\beta)^2$	$X_i = X_{i\alpha} - X_{i\beta}$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	19	2,65	7,02	18	4,3	18,49	1	-1,65	2,72
2	17	0,65	0,42	16	2,3	5,29	1	-1,65	2,72
3	17	0,65	0,42	16	2,3	5,29	1	-1,65	2,72
4	20	3,65	13,39	17	3,3	10,89	3	0,35	0,12
5	18	1,65	2,72	16	2,3	5,29	2	-0,65	0,42
6	17	0,65	0,42	13	-0,7	0,49	3	1,35	1,82
7	17	0,65	0,42	15	1,3	1,69	2	-0,65	0,42
8	16	-0,35	0,12	13	-0,7	0,49	3	0,35	0,12
9	14	-2,35	5,40	11	-2,7	7,29	3	0,35	0,12
10	13	-3,35	11,22	15	1,3	1,69	-2	-4,65	22,62
11	13	-3,35	11,22	10	-3,7	13,69	-3	-0,35	0,12
12	18	1,65	2,72	18	4,3	18,49	0	-2,35	7,02
13	15	-1,35	1,82	13	-0,7	0,49	2	-0,65	0,42
14	16	-0,35	0,12	13	-0,7	0,49	3	0,35	0,12
15	17	-0,65	0,42	7	-6,7	44,89	10	7,35	54,02
16	11	-5,35	28,62	12	-1,7	2,89	-1	-3,65	13,32
17	19	2,65	7,02	14	-0,3	0,09	5	2,35	5,52
18	18	1,65	2,72	13	-0,3	0,09	4	1,35	1,82
19	14	-2,35	5,40	10	-3,7	13,69	4	1,35	1,82
20	18	1,65	2,72	13	-0,7	0,49	5	2,35	5,52

Таблица 3

Статистические характеристики выборки из 20 учеников	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Среднее значение \bar{X}	16,35	13,7
$S_e = \frac{\sum (X_{i\alpha} - \bar{X}_{\alpha})^2}{n-1}$	5,5	8
$\bar{X} = \frac{X_{i\alpha} - X_{i\beta}}{2}$		2,65
$S_o = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$		2,5

Если применить критерий Фишера, то для нашей выборки он равен $F = 1,45$. Но по таблице функций Фишера¹ разность на пятипроцентном I. Ю.В.Линник. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений. М., Физматгиз, 1962.

уровне, принятом в науке, существует лишь при $F = 2,15$. Это также говорит о достоверности полученных результатов.

В диссертации такие наблюдения проведены по нескольким темам, приведены вариационные ряды, полигоны, таблицы, статистические характеристики. Все они говорят в пользу программы активных действий с использованием учения о симметрии.

Выводы.

1. Учение о симметрии широко применяется в современной физике. Поэтому его применение в школьном курсе целесообразно и актуально.

2. Для использования идей симметрии в школе нужно опираться на общее определение симметрии /способность физического объекта сохранять комплекс свойств или отдельные свойства при выполнении над ним определенных преобразований/.

3. Такой подход позволяет также использовать определение симметрии, которое приводится в новых пособиях по математике. Нужно только обобщить полученные в математике учениками понятия, помочь им осуществить перенос знаний с геометрических объектов на физические.

4. Использование жизненных представлений учеников о симметрии требует осторожности. Хотя эти представления в основном не противоречат научным, но и они требуют определенной переработки и обобщения.

5. Принцип симметрии Кюри формулируется для каждого класса физических явлений, а затем обобщается. Он рассматривается как принцип суперпозиции геометрических элементов симметрии, что во многих случаях упрощает рассуждения. Наиболее широко используется его эвристическая функция.

6. Предложенные автором методические рекомендации по применению идей симметрии в школьной физике оказались вполне удовлетворите-

льными. Введение идей симметрии не требует изменения структуры курса физики, структуры действующих программ, не требует изменения сетки часов и только иногда вызывает некоторое изменение порядка изложения материала школьной физики.

7. Изучение идей симметрии необходимо тесно увязать с принципами сохранения. И не только потому, что идеи симметрии лежат в основе законов сохранения, но и потому, что симметрия и законы сохранения являются краеугольным камнем фундамента современной физики.

8. Изучение идей симметрии и сохранения содействует развитию продуктивного мышления учащихся, разгружает их память, содействует перенесению знаний с одного предмета на другой, усиливает межпредметные связи.

9. Целесообразно и необходимо применение учения о симметрии к решению задач по физике, его можно положить в основу классификации таких задач.

10. Применение идей симметрии повышает научный уровень школьной физики, развивает творческие способности учеников, содействует формированию физических понятий и законов, некоторых черт материалистического мировоззрения. Учение о симметрии дает возможность показать, что в физике есть нерешенные проблемы и задачи.

11. Результаты педагогического эксперимента свидетельствуют о достаточной эффективности предложенной методики, о целесообразности применения учения о симметрии. Даже традиционный учебный материал ученики экспериментальных классов усвоили лучше, чем ученики контрольных.

12. Учение о симметрии содействует внедрению в школьную практику некоторых передовых педагогических идей.

13. Успешное применение симметрии возможно на протяжении всего курса физики, начиная с 6 класса.

1. Для учеников оказались доступными такие симметрии:

1. Симметрии пространства – времени.
2. Физическая симметрия всех ИСО.
3. Принцип обратимости.
4. Понятие о P-симметрии.
5. Симметрия зарядового сопряжения.
6. Связь симметрий и законов сохранения.
7. Применение принципа симметрии Кюри.

15. В процессе работы над диссертацией автор отобрал материал школьного курса, который допускает применение идей симметрии. Положения симметрии служат не только методическим приемом, но и сами являются предметом изучения в школьном курсе.

16. Разработана методика пропедевтической работы, а также методике изложения отдельных тем с использованием симметрии.

17. Учителя школ могут самостоятельно применять идеи симметрии в школе. Для успешной работы эти идеи нужно ввести в школьные пособия по физике и пособия по методике преподавания физики.

Педагогический эксперимент подтвердил основную гипотезу исследования: учение о симметрии должно применяться в курсе физики средней школы в различных аспектах.

Кроме педагогического эксперимента, автор осуществил ряд мероприятий с целью внедрения рекомендованной методики в практику работы школ.

1. Учителя знакомились с основными идеями исследования во время курсовой переподготовки при Кировоградском ОИУУ, на курсах при кафедре физики Кировоградского пединститута.

2. Автор систематически выступал с докладами и сообщениями по теме на областных семинарах руководителей районных методических объединений учителей физики.
3. Неоднократно автор выступал с докладами по теме диссертации на районных семинарах учителей физики /Долинский, Знаменский, Бобринецкий, Александрийский, Александровский, Новгородковский, Новоярхангельский районы Кировоградской области/, на выездных заседаниях кафедры физики Кировоградского пединститута.
4. Кировоградский ОИУ напечатал и разослал в школы области методические рекомендации по применению симметрии для решения задач, а также в некоторых темах курса 10 класса, подготовленные автором.
5. Студенты знакомились с основными идеями исследования на факультативных занятиях "Идеи симметрии в курсе физики средней школы", а также в курсе "Решение задач по физике".

Фрагменты диссертации обсуждались на кафедре физики Кировоградского пединститута, на совете кабинета физики Кировоградского ОИУ, вся работа обсуждалась на заседании сектора методики физики НИИ УССР.

Отдельные части работы автор докладывал:

1. На XXVII научной сессии Черновицкого университета /Февраль, 1971 /.

2. На ежегодных отчетных научных сессиях кафедры физики Кировоградского пединститута:

- а. Использование идей симметрии в курсе физики средней школы.
- б. Принцип симметрии и решение задач по физике.
- в. Принцип симметрии в курсе электродинамики.
- г. Идеи симметрии в курсе физики 10 класса.

3. На областных педагогических чтениях, посвященных 50-летию

образования СССР /февраль, 1971/. Доклад был рекомендован на республиканские педагогические чтения.

4. На республиканском научно - методическом семинаре при кафедре методики физики Киевского педагогического института им. А.М.Горького /апрель, 1974 /.

5. На республиканском семинаре заведующих кабинетами физики областных институтов усовершенствования учителей /июнь, 1974, г.Запорожье /.

Основные положения диссертации изложены в таких работах автора:

1. Применение принципа симметрии при решении задач по физике. Методические рекомендации. Кировоград, областной ИУУ, 1973 /на украинском языке /.

2. Идеи симметрии и сохранения в курсе физики 10 класса. Методические рекомендации. Кировоград, областной ИУУ, 1973 /на украинском языке /.

3. Развитие понятий пространства и времени на факультативных занятиях. Республиканский сборник "Преподавание физики по новым программам". Киев, "Радянська школа", 1974 /на украинском языке/.

4. Опыты по невесомости тел. Республиканский научно - методический сборник "Методика преподавания физики", вып.9. Киев, "Радянська школа", 1974 /на украинском языке/, соавтор Попов И.В.

5. Применение общих физических принципов в курсе физики средней школы. Журнал "Радянська школа", № 2, 1975 /на украинском языке /.

6. Идеи симметрии в курсе электростатики средней школы. Республиканский научно - методический сборник "Методика преподавания физики", вып.10. Киев, "Радянська школа", 1975 /на украинском языке/.

7. Новые демонстрации по теме "Столкновение тел". Республиканский научно - методический сборник "Методика преподавания физики", вып. 10. Киев, "Радянська школа", 1975 /на украинском языке /, соавторы Бочка Г.Т., Попов И.В.

Кроме того, приняты к печати такие работы автора:

1. Применение принципа симметрии к решению задач на отыскание центра тяжести и притяжение тел. "Физика в школе", 1976.

2. Методические указания по теме "Основы теории относительности" и теме "Физика атома". Кировоград, областной МУ, 1976 /на украинском языке/, соавтор Попов И.В.

3. Принцип обратимости в курсе физики средней школы. Сборник "Вопросы методики преподавания физики" Владимирского пединститута, 1977.