

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. А. М. ГОРЬКОГО

На правах рукописи

В. Ю. КЛИХ

53(07)
КЛИХ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ШКОЛЬНОМ
ДЕМОНСТРАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(13.731 — методика преподавания физики)

Диссертация
написана на русском языке

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

Киев—1971 г.

Диссертация выполнена в Киевском государственном педагогическом институте им. А. М. Горького. Научный руководитель — кандидат педагогических наук, доцент Миргородский Б. Ю.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор Малов Н. Н.;
кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник
Сычевская З. В.

Внешняя рецензия:

Черниговский государственный педагогический институт.

Автореферат разослан «27» марта 1972 г.

Защита диссертации состоится «10» мая 1972 г.

на заседании Ученого Совета Киевского государственного педагогического института им. А. М. Горького, г. Киев-30, бульвар Шевченка, 22/24.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета.

«По мере развития науки область количества стала повсеместно вторгаться в область качества, пока, наконец, научно-исследовательский процесс не превратился в простое измерение и регистрацию количеств в соединении с математическим обсуждением полученных таким образом численных данных».

Максвелл Д. К.

Почетная и трудная задача стоит перед нашей советской школой — воспитание всесторонне развитых людей, способных в условиях научно-технической революции создавать материально-техническую базу коммунистического общества.

С каждым годом все более возрастает роль школы в системе подготовки высококвалифицированных кадров, владеющих физическими основами современного производства.

«И еще одно важно, — подчеркнул тов. Л. И. Брежнев в речи на Всесоюзном съезде учителей, — чтобы школа не только давала сумму конкретных знаний, но и учила делать самостоятельные выводы на базе этих знаний, прививала молодежи навыки творческого мышления»¹⁾.

Переход на новые программы, предусматривающие более высокий уровень содержания курса физики

1) Материалы Всесоюзного съезда учителей. Политиздат, 1968.

и современное толкование изучаемых закономерностей и явлений, является новым этапом в развитии нашей школы. Школьная физика, решая основные задачи воспитания и образования, призвана показать «мощь физических методов исследования» 1).

Решающую роль в этом должен играть демонстрационный эксперимент, с помощью которого в учебном процессе осуществляется важный этап марксистско-ленинской теории познания — «от живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике...» 2).

Школьный физический эксперимент не является повторением научного эксперимента. Но так же, как в школьном курсе физики находит отражение содержание науки-физики, в учебном эксперименте находят отражение научные экспериментальные методы исследований.

«...в экспериментальных исследованиях, в строгом смысле этого слова, конечной целью является измерение чего-то такого, что мы уже наблюдали, получение численного значения некоторой величины». 3).

Вопрос о соотношении «качественного» и «количественного» в демонстрационном эксперименте не нашел надлежащего освещения в методической литературе, хотя о большом значении опытов, при выполнении которых производятся измерения физических величин, в последние годы высказываются многие методисты.

Предусмотренное новой программой повышение научного уровня содержания школьного курса физики в свою очередь требует более высокого научного уровня постановки демонстрационных опытов.

Решение задачи повышения научного уровня эксперимента в старших классах следует искать, в первую очередь, в насыщении демонстраций опытами, в которых производятся измерения определенных физических величин — количественными опытами.

Высокую ценность измерений в демонстрацион-

1) Проект новых программ средней школы по физике и астрономии журн. «Физика в школе», 1967, № 1.

2) В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29 стр. 152—153.

3) Максвелл Д. К. Статьи и речи, «Наука», 1968.

ном эксперименте можно определить следующими причинами:

1. Количественные опыты, по сравнению с качественными, (при учете специфики демонстрационных измерительных приборов) более соответствуют характеру научных экспериментальных исследований.

2. Постановка количественных демонстраций является мощным средством активизации учащихся на уроках. Записи числовых данных эксперимента на доске и в тетрадях и их математическая обработка с физическим толкованием — все это создает активную атмосферу на уроке.

3. Увеличение количества измерений в демонстрациях позволит учителю многие опыты ставить как экспериментальные задачи, о которых в последние годы довольно много пишут в методической литературе, признавая их методическую ценность, но которые, к сожалению, в школах не занимают еще должного места. Основным препятствием на пути широкого распространения экспериментальных задач является недостаток демонстрационных измерительных приборов и, как результат этого, малое число опытов с количественными результатами.

Изучение состояния демонстрационного эксперимента по электричеству во многих школах свидетельствует о том, что опыты с количественными результатами на уроках практически отсутствуют. Зачастую учителям на основании мало убедительных опытов качественного характера приходится навязывать учащимся выводы о физических закономерностях и количественных соотношениях между величинами.

В связи с этим назрела необходимость:

- а) в совершенствовании существующей методики проведения многих опытов;
- б) в разработке методики проведения новых опытов с получением количественных результатов;
- в) в разработке и создании новых электроизмерительных приборов.

Решение проблемы повышения эффективности электрических измерений в школьном демонстрационном эксперименте и внедрения их в практику работы школ является основной целью настоящего исследования.

В соответствии с поставленной задачей автором в течение пяти лет проводилась следующая работа:

1. Изучалась постановка демонстрационных электрических измерений в школах г. Житомира и Житомирской области.

2. Изучались литературные источники, связанные с темой диссертации.

3. Были разработаны и изготовлены новые демонстрационные электроизмерительные приборы.

4. Была разработана методика использования предложенных приборов в школьном демонстрационном эксперименте.

5. Проверялась эффективность новых приборов и методики их использования в школьных условиях и возможность изготовления подобных приборов в школьных физических кабинетах.

6. Популяризовалась предлагаемая методика в выступлениях с докладами перед учителями Житомирской и Киевской областей и на страницах методических изданий.

Выполненная работа отражена в настоящей диссертации, состоящей из введения, 7-ми разделов и заключения.

Во введении обосновывается выбор темы, ставятся цели и задачи исследования.

Первый раздел — «Электронизация демонстрационных электроизмерительных приборов, как средство повышения эффективности школьного эксперимента» — посвящен анализу состояния школьных демонстрационных измерительных приборов, обзору методической литературы по теме диссертации. В этом же разделе обосновывается необходимость дальнейшего увеличения количественных опытов в демонстрациях и электронизация демонстрационных измерительных приборов, как проявление важных тенденций в развитии демонстрационного эксперимента.

Анализируя методическую литературу, автор установил, что стремление к получению количественных результатов в опытах можно обнаружить и у методистов, работавших в дореволюционное время, и у наших современников.

Многие электроизмерительные демонстрационные приборы, выпускавшиеся за границей и у нас в России (электрометры Брауна, Кольбе, Кольрауша, гальванометры системы Дебре Д'Арсонваля, демонстрационные мостики Кольрауша и Уитстона и другие приборы) давали возможность производить довольно точную количественную оценку результатов опыта. Однако стоимость приборов в те годы была довольно высокой и поэтому в России на 1913 год только 8,7% школ имели хорошо оборудованные физические кабинеты.

В первые годы Советской власти выпуском учебных физических приборов занимался ряд мелких предприятий. Ассортимент и качество выпускаемых ими приборов были довольно низкими. В 1933 г. был создан Главучтехпром, ставший во главе всех предприятий по учебному оборудованию. Для демонстрационных электрических измерений в 30-е годы выпускались гальванометры системы Дебре Д'Арсонваля и демонстрационный мостик Уитстона. Чувствительность гальванометров (12—15 мА) была очень низкой. Для измерения слабых токов (порядка 10⁻⁷ А) изготовлялись зеркальные гальванометры. Опыт использования зеркальных гальванометров показал, что приборы с чувствительной и хрупкой подвижной системой мало пригодны для использования в школьных условиях — слишком легко выходят из строя. Школьный электроизмерительный прибор должен иметь механическую прочную конструкцию, что практически трудно совместить с требованиями высокой чувствительности.

Низкая чувствительность демонстрационных гальванометров остро ощущалась методистами в послевоенное время, которыми в 50-е годы было предложено много способов повышения чувствительности демонстрационных гальванометров.

Быстрое развитие радиоэлектронники и широкое внедрение в народное хозяйство электронных измерительных приборов привело к постепенному применению электронных устройств в демонстрационном эксперименте.

Подробно анализируя имеющиеся в школьных

кабинетах и описанные на страницах методической литературы электронные измерительные приборы, автор отмечает их основные недостатки:

- а) низкая чувствительность,
- б) отсутствие шкал, проградуированных в системных единицах измерений,
- в) нестабильность работы приборов,
- г) невысокая точность измерений.

В конце раздела дается перечень и краткая характеристика разработанных нами демонстрационных электронных измерительных приборов:

1. Комплект приборов для опытов по электростатике. Состоит из зарядометра и высоковольтного генератора.
2. Комплект приборов для постановки демонстраций при изучении постоянного тока. Состоит из: микроамперметра, высокоомного вольтметра и омметра с прямой равномерной шкалой.
3. Прибор для измерения индукции магнитного поля.
4. Частотомер.
5. Электронный секундомер на транзисторах.
6. Установка для измерения силы с помощью емкостного датчика.

Во втором разделе — «Измерения в демонстрациях при изучении электростатики» — дается анализ современного состояния эксперимента по данной теме и описывается методика проведения ряда опытов количественного характера и постановки экспериментальных задач с помощью зарядометра и высоковольтного генератора.

Использование указанных приборов позволило по-новому подойти к постановке многих демонстраций, проведение которых по традиционной методике часто приводит к неудачам.

Описаны следующие опыты:

1. Одновременная электризация обоих тел при трении.
2. Нейтрализация разноименных зарядов.
3. Электризация через влияние.

4. Экспериментальная задача на закон Кулона по нахождению числового значения электрической постоянной в СИ.

5. Измерение напряженности электрического поля заряженного шарового кондуктора с помощью пластинок МИ (установление зависимости: $E \sim q$ и $E \sim 1/r^2$).

6. Исследование напряженности поля двух заряженных пластин.

7. Демонстрация действия электростатического экрана.

8. Определение величины напряжения посредством измерения заряда.

9. Экспериментальное подтверждение формулы:
 $E = U/d$.

10. Размещение зарядов на внешних поверхностях проводников.

11. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности заряженного проводника.

12. Стеkanie зарядов с острия.

13. Шесть опытов по экспериментальному изучению емкости конденсаторов.

14. Две экспериментальные задачи по определению заряда и потенциала капель воды, электризующихся при скатывании по поверхности парафина.

Характерными особенностями описанных опытов являются высокая точность получаемых количественных результатов и безотказность работы используемой аппаратуры.

В третьем разделе — «Измерения в демонстрациях при изучении постоянного электрического тока» — описаны демонстрации и экспериментальные задачи, в которых использованы новые демонстрационные электронные приборы: микроамперметр, вольтметр и омметр.

Все названные приборы имеют выверенные шкалы, проградуированные в системных единицах. Индикатором в них (как и во всех других разработанных нами приборах) служит школьный демонстрационный гальванометр чувствительностью 400 мкА.

Микроамперметр имеет четыре предела измерений: 0-1мкА, 0-10мкА, 0-100мкА и 0-1000мкА. Пределы измерений у вольтметра — 0-2В, 0-10В, 0-100 В и 0-500 В. Высокая чувствительность демонстрационного микроамперметра и большое входное сопротивление вольтметра (250МОм) позволяют значительно расширить демонстрационные возможности в измерениях тока и напряжения и поставить ряд новых опытов и экспериментальных задач при изучении закона Ома, прохождения тока через газ и вакуум, которые более глубоко раскрывают физический смысл изучаемых явлений и закономерностей.

Омметр — широко распространенный в технике прибор — в школьном демонстрационном эксперименте пока еще не применяется. При изучении сопротивления проводников общепринятыми являются опыты, в которых используют амперметр и вольтметр и об изменении сопротивления судят по изменению показаний амперметра. Опыт показывает, что при непосредственном измерении сопротивления ученики легче воспринимают изучаемый материал. Одной из причин, по которым омметры не нашли своего применения в школах, как демонстрационные приборы, является то, что шкалы типовых омметров являются обратными и бесконечными и ученикам трудно брать отсчет по такой шкале.

Наш омметр имеет привычную для учеников прямую равномерную шкалу и позволяет измерять сопротивления от 0,1 Ом до 100 Ом.

С его помощью выполняются такие опыты:

1. Зависимость сопротивления проводников от геометрических размеров и материала.

Зависимость сопротивления различных проводников от температуры.

3. Экспериментальное подтверждение формул последовательного и параллельного соединения.

Кроме того, использование демонстрационного омметра позволяет поставить ряд экспериментальных задач по определению термического коэффициента сопротивления, удельного сопротивления, температуры раскаленной нити электрической лампы и др.

IV раздел посвящен методике проведения опытов количественного характера по электромагнитным явлениям. В разделе описана магнитометрическая установка, работающая на пульсирующем токе и позволяющая проводить демонстрационные опыты при изучении индукции магнитного поля прямого и кругового проводников, соленоида, влияния ферромагнетика на индукцию магнитного поля, зависимость магнитной проницаемости ферромагнетика от температуры.

Кроме того, в этом разделе описаны следующие опыты по разделу «Электромагнитная индукция» с использованием демонстрационного микроамперметра:

а) зависимость э. д. с. индукции от скорости изменения магнитного потока;

б) возникновение э. д. с. индукции в замкнутом контуре при изменении магнитного потока поля Земли;

в) измерение индуктивности катушки.

В V разделе — «Измерения в демонстрациях при изучении переменного тока и электрических колебаний» — предложено наряду с демонстрационными вольтметром и амперметром использование демонстрационного частотомера. Это дало возможность более эффективно проводить опыты по установлению зависимости емкостного и индуктивного сопротивлений от частоты и демонстрации при изучении электрического резонанса и незатухающих колебаний.

В этом же разделе описан оригинальный и простой метод получения ударного возбуждения колебательного контура для наблюдения осциллограммы и определения частоты свободных затухающих колебаний.

Раздел IV посвящен вопросам измерения некоторых неэлектрических величин электрическими методами в школьном демонстрационном эксперименте.

В данном разделе описаны демонстрационные опыты, в которых используются косвенные методы измерения некоторых физических величин. Несложное дополнительное оборудование к частотомеру дает возможность измерять частоту звука. С помощью высокоомного вольтметра и вакуумного фотоэлемента получают не-

обходимые экспериментальные данные для вычисления постоянной Планка.

Электронный параметрический секундомер позволяет измерять время соударения шаров, распространения звуковой волны в воздухе, в воде и в металле, время срабатывания реле.

Специальная электронная измерительная схема с емкостным датчиком использована для измерения силы в различных демонстрационных установках (аэродинамические весы, установка для измерения центробежной силы и др.).

В VII разделе — «Электрические схемы демонстрационных измерительных приборов» — представлено краткое описание принципов работы и даны схемы разработанных нами электронных измерительных приборов.

В «Заключении» описаны результаты проведенной работы.

Автором было проведено изучение состояния школьного демонстрационного эксперимента по электричеству и по некоторым другим разделам курса физики.

Эта часть исследования проводилась в 32-х средних школах, имеющих сравнительно хорошо оборудованные физические кабинеты.

Кроме того, был использован анкетный опрос, которым было охвачено 90 учителей физики.

Анализ полученных результатов дает возможность сделать следующие выводы:

а) В школах ощущается недостаток электроизмерительных демонстрационных приборов, что является серьезным тормозом в деле совершенствования школьного эксперимента.

б) Многие закономерности и функциональные зависимости, о которых идет речь на уроках, не получают экспериментального подтверждения.

в) В демонстрационном эксперименте учителями мало уделяется внимания прямым измерениям физических величин, которые позволяют с меньшей затратой времени и в более «чистом» виде устанавливать не-

обходимые функциональные зависимости между величинами.

г) Имеющиеся демонстрационные измерительные приборы, выпускаемые Главучтехпромом, обладают низкой чувствительностью, что в значительной степени ограничивает области их применения.

д) В распоряжении учителей фактически нет описаний простых высокочувствительных и надежных измерительных приборов, которые можно было бы изготовить в условиях школьного физического кабинета.

Проделанное автором изучение состояния демонстрационного эксперимента в школах убедило его в целесообразности продолжения работы над избранной темой диссертации.

На дальнейшем этапе исследования все разработанные нами приборы подверглись испытаниям в ряде школ г. Житомира и Житомирской области: Житомирская СШ № 33 (учитель Забора В. Д.), Черняховская СШ (учитель Ильченко П. А.), Коростышевская СШ №1 (учитель Чумак М. И.), Лещинская СШ (учитель Ищук А. И.).

Наблюдения автора, беседы с учителями и полученные от них рецензии-отзывы на разработанные нами приборы дают основание сделать вывод о положительном результате проведенного эксперимента в школах.

С целью популяризации наших приборов и методики их использования, а также для выяснения оценки проделанной нами работы учителями и методистами автор выступал с докладами и сообщениями:

1) на областных юбилейных педагогических чтениях, посвященных 100-летию со дня рождения В. И. Ленина;

2) на областных семинарах учителей физики, проводимых институтом усовершенствования учителей;

3) на районных семинарах учителей физики в Новоград-Волыньске, Коростышеве, Бердичеве, Коростене, Красноармейске, Овруче, Черняхове;

4) на областном совещании преподавателей физики техникумов г. Житомира и области;

5) на курсах повышения квалификации учителей, работающих при Житомирском и Киевском педагогических институтах.

Для ознакомления методической общественности с материалами диссертации автор четыре раза выступал с докладами на республиканском семинаре, посвященном актуальным проблемам методики преподавания физики в школе. Все доклады и демонстрируемые во время докладов приборы и установки получили положительную оценку со стороны участников семинара и были рекомендованы к публикациям в республиканских методических сборниках.

С целью выяснения возможности и доступности изготовления предложенных нами приборов автором собраны данные, свидетельствующие о том, что многие учителя физики Житомирской области изготовили в своих школах приборы по нашим конструкциям. Изготовление наших приборов практиковалось на курсах повышения квалификации учителей при Житомирском пединституте.

Проведенная работа позволяет сделать следующие выводы:

1. Предложенная методика демонстрационных опытов с получением количественных результатов соответствует возросшим требованиям современного школьного эксперимента и способствует более эффективному изучению курса физики.

2. Использование новых электроизмерительных приборов позволяет обновить демонстрационный эксперимент и поднять его на более высокий научный уровень.

3. Получение количественных результатов в демонстрациях дает возможность активизировать учебный процесс и проводить его в более интенсивной и действенной форме.

4. Предложенная нами методика демонстраций позволяет знакомить учащихся с методами научных экспериментальных исследований, что способствует сознательному усвоению физических знаний и укреплению связи школы с жизнью.

5. Разработанные приборы являются доступными для изготовления в условиях физических кабинетов как в материальном, так и в техническом отношениях.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих печатных работах:

1. Простой частотомер, журн. «Физика в школе», 1965, № 1 (соавтор Целинко М. Г.).

2. Измерение индуктивности катушки, журн. «Физика в школе», 1967, № 3 (соавтор Целинко М. Г.).

3. Об одном методе измерения емкости конденсатора, журн. «Физика в школе», 1970, № 6.

4. Электронный секундомер, сб. «Приборы по физике и астрономии», «Просвещение», 1968.

5. Удостоверение на рационализаторское предложение: «Параметрический секундомер на транзисторах», № 1772 от 14. IV. 1967.

6. Комплект демонстрационных приборов для опытов по электростатике, в книге «Самодельная школьная радиоэлектронная аппаратура, Б. Ю. Миргородский, изд-во «Радянська школа», 1971, стр. 121—147 (на украинском языке).

7. Мощный генератор токов звуковой частоты и опыты с ним, сб. «Методика викладання фізики», вып. 2, К., изд-во «Радянська школа», 1966 (на украинском языке), соавтор Целинко М. Г.

8. Самодельные частотомеры и опыты с ними, сб. «Викладання фізики в школі», вып. 5, К., изд-во «Радянська школа», 1967 (на украинском языке, соавтор Целинко М. Г.).

9. Использование емкостного датчика силы в школьном эксперименте, сб. «Методика викладання фізики», вып. 3, К., изд-во «Радянська школа», 1967 (на украинском языке, соавтор Целинко М. Г.).

10. Самодельный демонстрационно-лабораторный микро-кулонометр-милливольтметр-микроамперметр и опыты с ним, сб. «Методика викладання фізики», вып. 4, К., изд-во «Радянська школа», 1969 (на украинском языке, соавтор Целинко М. Г.).

11. Использование школьного ЗГ в демонстрационных измерениях, сб. «Матеріали ювілейної наукової конференції Житомирського державного педагогічного інституту ім. І. Франка», Житомир, 1969 (на украинском языке).

12. Прибор для изучения магнитных полей токов, журн. «Радянська школа», 1971, № 11 (на украинском языке, соавтор Миргородский Б. Ю.)

БУ 02057. Подписано к печати 17.II. 1972 г. 1 п. л., Ф. 60X84/16.

Зак. 685. Тир. 200. Бесплатно.

Коростышевская райтипография.