

К17

У-Р

322/

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

---

КАЛАПУША Л. Р.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

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

Научный руководитель — профессор Н. В. Поньрко

78

322. (руч)



КИЕВ — 1966

НБ НПУ  
імені М.П. Драгоманова



100313143

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

---

53(07)  
к-17

КАЛАПУША Л. Р.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

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

Научный руководитель — профессор Н. В. Поньрко

КИЕВ — 1966



*Работа выполнена в Луцком государственном педагогическом институте имени Леси Украинки и Киевском государственном педагогическом институте им. А. М. Горького.*

Киевский государственный педагогический институт имени А. М. Горького направляет Вам для ознакомления автореферат диссертации тов. КАЛАПУШИ Л. Р. на тему: «Моделирование в курсе физики средней школы», представленный к защите на соискание ученой степени кандидата педагогических наук (по методике физики).

Просьба ознакомиться с авторефератом и Ваши замечания прислать по адресу: г. Киев-30, бульвар Т. Г. Шевченко, 22/24, КГПИ им. А. М. Горького, научная часть.

Защита состоится в Киевском государственном педагогическом институте им. А. М. Горького . . . . . 1966 г.

Автореферат разослан . . . . . 1966 г.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук профессор Н. Н. МАЛОВ.

кандидат педагогических наук доцент А. А. СЫРОМЯТНИКОВ.

Чтобы понять, нужно эмпирически начать понимание, изучение, от эмпирии подниматься к общему.

*В. И. Ленин*

(Собр. соч., изд. 5, т. 29, стр. 187).

Перед советской школой поставлено большое и почетное задание — воспитать человека коммунистического общества, подготовить его к производительному труду, который основывается на новейших достижениях науки и техники.

В связи с этим наша общеобразовательная средняя школа, по мере возможности, не должна отставать от передового фронта науки. Учащихся необходимо ознакомить с основными научными методами исследования физических явлений и закономерностей, их нужно вооружать знаниями основ современной техники и элементарными практическими умениями и навыками по использованию этой техники в народном хозяйстве. Следовательно, знания и практические умения учеников должны быть тесно связаны с современным состоянием развития науки и производства.

Этот вопрос неоднократно поднимался на страницах методических журналов,<sup>1</sup> он нашел также определенное освещение в решении Пленума ЦК КПСС от 21 июня 1963 года.<sup>2</sup>

За последний период физика как наука обогатилась выдающимися открытиями в области квантовой механики, ядерной физики, физики элементарных частиц, квантовой радиофизики и т. п. Пополнилась новыми вопросами и школьная программа. Естественно, что она будет и далее пополняться и расширяться за счет наиболее важных вопросов новой физики.

<sup>1</sup> См. Я. Б. Зельдович. «О программах средней школы по физике», ж. «Физика в школе», 1958, № 3.

Акад. А. Ф. Иоффе. Физика в средней школе, ж. «Физика в школе», 1958, № 5.

Л. И. Резников. Пути развития содержания и структуры курса физики средней школы, ж. «Физика в школе», 1963, № 4.

<sup>2</sup> Постановление Пленуму Центрального Комитета КПРС, червень 1963 р., Держполітвидав УРСР, 1963.



В связи с этим возникает необходимость: с одной стороны, интенсифицировать учебный процесс, с другой — добиться глубокого понимания учениками соответствующих физических закономерностей, механизма протекания физических явлений и процессов, их причинную зависимость.

С этой целью в учебном процессе вместе с другими демонстрационными и лабораторными приборами могут быть успешно использованы высококачественные модели. Методически правильное использование моделей для учебных целей даст возможность отразить наиболее важные для познания связи и отношения в явлениях, которые часто бывают недоступны для непосредственного наблюдения, раскрыть сущность некоторых физических явлений, ознакомить учеников с экспериментальной базой новой физики, что будет способствовать развитию представлений учащихся о современном состоянии науки-физики.

Для решения тех важных задач, которые поставлены перед школой, большое значение также имеет ознакомление учеников с идеями метода моделирования в целом.

Моделирование, например, лежит в основе принципа действия современных вычислительных машин, в основе разнообразных кибернетических устройств, границы применения которых в разных отраслях науки и народного хозяйства с каждым днем все больше и больше расширяются.

Молодое подрастающее поколение в недалеком будущем будет пользоваться такими машинами. Естественно, что еще за школьной скамьей их нужно знакомить с некоторыми идеями моделирования, с принципами действия отдельных блоков таких машин. Кроме того, ознакомление учеников с методом моделирования даст им возможность лучше понять те логические модели, которые изучаются в курсе физики средней школы (модель атома Резерфорда-Бора, модель ядра атома и другие). Учитель сможет показать ученикам, как модельное объяснение определенного физического явления создает базу для развития соответствующей теории (например, теория Бора).

Изучение методической литературы, ознакомление с работой большого числа учителей физики показали, что в учебном процессе еще недостаточно используются высококачественные демонстрационные модели при изучении физики в средней школе. А среди моделей, которые используются в школьном демонстрационном эксперименте, многие имеют значительные недостатки научного и методического характера.

Мало внимания также уделяется в школах вопросам озна-



комления учащихся с идеями метода моделирования. Ученики не знают, что такое модель, какие бывают модели, каким требованиям они должны отвечать. Совершенно отсутствуют работы, в которых обобщался бы опыт учителей по этому вопросу. Отсутствуют также и пособия, где были бы даны научно мотивированные предложения по использованию моделирования в школьной практике.

Все эти факторы содействовали выбору автором темы диссертации.

При выполнении данной работы была поставлена задача: опираясь на достижения моделирования в науке и обобщая практический опыт учителей и методистов в школах, исследовать возможности использования демонстрационных моделей в условиях школы и ознакомления учеников с идеями метода моделирования. Для этого нужно было определить основные признаки учебных моделей и требования к ним, указать на главные направления использования моделей при изучении школьного курса физики.

Автор поставил своей целью сконструировать ряд демонстрационных моделей для иллюстрации наиболее трудных для понимания учеников физических явлений, процессов, отдельных установок, а также — разработать основные методические рекомендации по вопросу ознакомления учеников с идеями моделирования при изучении физики.

При конструировании демонстрационных моделей ставилась цель создать такие модели, которые наиболее полно отвечали бы методическим и техническим требованиям и давали бы возможность наиболее точно и просто отразить соответствующее явление, процесс или установку. При изготовлении моделей максимально использованы те материалы и детали, которые наиболее доступны для школы. Схемы моделей подбирались так, чтобы они были простыми для изготовления, настройки и надежны в работе.

Кроме того, был подобран целый ряд физических задач, в процессе решения которых углублялись знания учеников о методе моделирования. Отобран соответствующий материал из школьного курса физики, при изучении которого также можно проводить некоторое ознакомление учеников с этим методом. Предложены некоторые работы физического практикума для десятого класса с использованием моделирования при помощи электропроводной бумаги.

В исследовании не рассмотрены все те случаи, где имеется необходимость при изучении физики в средней школе использовать демонстрационные модели и знакомить учеников с



идеями метода моделирования. Однако в диссертации предлагаются основные и наиболее важные, по мнению автора, случаи целесообразного использования моделей и ознакомления учеников с моделированием.

В результате проведенной работы по изготовлению и экспериментальной проверке моделей в условиях школы, а также на основании исследования форм и возможностей ознакомления учеников с некоторыми идеями метода моделирования и была написана эта диссертация, которая состоит из введения, четырех разделов и заключительной части.

Во «Введении» обоснованы цели и задачи диссертации.

В первом разделе «Роль и место моделирования при изучении физики» раскрывается значение моделирования при изучении физики в средней школе. В частности, здесь мотивируется необходимость использования моделей и ознакомления учеников с идеями метода моделирования.

Изучение методической литературы, обобщение опыта учителей физики средних школ, а также исследования, проведенные автором, дают возможность определить основные направления целесообразного использования демонстрационных моделей в школе. Они таковы:

1. Когда невозможно в силу известных причин непосредственно демонстрировать в школе явления, процессы или установки. (Цепная ядерная реакция, принцип действия ускорителя, атомного реактора и др.).

2. При изучении элементов новой физики также часто возникает необходимость применения разнообразных моделей. Использование в этом случае механических, электрических, световых и других моделей дает возможность непонятное и трудное до некоторой степени объяснить на основе уже известного. И в этом, как пишет Н. В. Брауде,<sup>1</sup> нет никакого механицизма, а есть лишь стремление свести к минимуму число тех определений и понятий, которые не привычны с точки зрения классической физики.

3. Когда при помощи существующих приборов можно показать лишь применение данного физического явления, но механизм его не раскрывается или не охватываются все закономерности рассматриваемого явления (например, рентгеновские или катодные лучи).

4. Когда даже возможно продемонстрировать само явление, но непосредственное восприятие его для учеников создает

<sup>1</sup> Сб. «Вопросы истории физики и ее преподавание», Тамбов, 1961, стр. 41.



определенные трудности (броуновское движение, опыт Штерна по определению скорости движения молекул и т. п.).

5. При изучении сложных приборов, установок, машин целесообразно вначале рассмотреть их на моделях. Они дают возможность обратить внимание учеников на основное в конструкции, абстрагировать от второстепенного, несущественного для принципа действия.

6. При решении некоторых задач модели могут применяться с целью иллюстрации явлений, механизмов, машин, о которых ведется речь в условии задачи.

Кроме того, физико-техническое моделирование в средней школе является одним из лучших видов внеклассной работы.

Целесообразность и необходимость использования моделей при изучении физики, по указанным выше направлениям, проверялась экспериментально как лично автором, так и многими учителями физики средних школ.

В одном из параграфов этой главы проводится анализ основной методической литературы по физике, касающейся использования моделей и метода моделирования при изучении физики, рассмотрен целый ряд демонстрационных моделей, раскрыты наиболее типичные недостатки методического и научного характера, которые часто встречаются при конструировании соответствующих моделей.

Анализ литературы показал следующее:

1. Модели находят свое применение при изучении физики в средней школе. На необходимость их использования указывают ведущие методисты нашей страны, учителя-практики. Этот вопрос затрагивается также в ряде методических пособий зарубежных изданий.

2. Большинство используемых ныне в школе моделей предназначено для иллюстрации работы отдельных механизмов, машин или установок. И совершенно недостаточно используются модели для раскрытия внутреннего механизма физических явлений, процессов и закономерностей.

3. В методической литературе не освещена методика использования моделей, которые имеют неодинаковую природу по отношению к оригиналу.

4. В процессе преподавания физики не проводится ознакомление учащихся средней школы с научным методом моделирования вообще.

В изученной нами литературе мы не встретили обстоятельных работ, посвященных вопросу использования моделей и метода моделирования при изучении физики в школе.

Опираясь на соответствующие положения марксистско-ле-



нинской философии, достижения науки в области моделирования и положения советской дидактики, автор в исследовании сформулировал основные требования к учебным демонстрационным моделям по физике:

1. При конструировании модели необходимо использовать аналогию или определенный вид физического подобия явлений.

2. Модель должна показать то основное и наиболее важное, что свойственно оригиналу, отказавшись от несущественного, второстепенного.

3. Учебная модель должна по возможности точнее передавать основные свойства натурального объекта.

4. Ценным качеством учебной демонстрационной модели является ее динамичность: моделируемые процессы и явления нужно демонстрировать в движении, в развитии.

5. Модель необходимо оформлять так, чтобы она была достаточно наглядна, выразительна, проста по конструкции, удобна в управлении, экономически выгодна.

6. Ценным качеством всякого прибора является его универсальность. Эта черта, по-возможности, должна быть свойственна также демонстрационным моделям.

7. Модель должна иметь красивое внешнее оформление. Это будет содействовать воспитанию у учащихся эстетических вкусов и привлекать их внимание к демонстрируемому явлению.

8. При демонстрировании моделей не должно происходить выделения каких-либо вредных для организма детей и учителя веществ или излучений.

На уроках физики учителю нужно все время учитывать, что каждая модель является лишь схематизацией действительности, она до определенной степени упрощает данный процесс или явление.

В этой главе проводится также анализ возможных способов моделирования физических явлений и процессов в условиях школы, выделены наиболее эффективные из них.

Во втором разделе «Новые демонстрационные модели по физике и методика использования их на уроках» описано устройство и принцип действия целого ряда демонстрационных моделей с целью иллюстрации наиболее трудных для понимания учеников физических явлений, процессов и установок, дана методика использования их при изучении соответствующих вопросов физики.

Предложенные модели отвечают основным требованиям изложенным выше к демонстрационным моделям.



В этом разделе предложены следующие модели.

1. **Демонстрационная модель катодной трубки**, при помощи которой учитель может проиллюстрировать учащимся механизм образования катодных лучей. Эта модель дает возможность в частности показать движения положительных «ионов» под действием электрического поля к катоду, выбивание ими из катода «электронов», которые приобретают скорость под действием электрического поля.

2. **Модель рентгеновской трубки** (ионной и электронной) дает возможность раскрыть механизм образования рентгеновских лучей. При помощи этой модели можно показать движение положительных «ионов» под действием поля к катоду (ионная рентгеновская трубка), выбивание ими «электронов», движение их в электрическом поле к антикатоде, торможение их и образование рентгеновского излучения. Используя модель, можно показать зависимость частоты тормозного рентгеновского излучения от напряжения приложенного к электродам трубки.

Аналогичные возможности имеет также модель электронной рентгеновской трубки.

3. **Защитная камера для школьной рентгеновской трубки** дает возможность изучать основные свойства катодных и рентгеновских лучей без всякого вредного влияния их на организм детей и учителя. Предлагая модели рентгеновских и катодных трубок и эту камеру, автор ставит своей целью показать, как можно использовать демонстрационные модели в сочетании с другими физическими приборами. Камера и соответствующая модель взаимно дополняют одна другую. При помощи модели катодной или рентгеновской трубки можно раскрыть механизм образования катодных или рентгеновских лучей, а камера дает возможность показать их основные свойства. Вместе с тем она может быть использована как модель для изучения строения и принципа действия камер, применяемых в научных и практических исследованиях.

4. **Демонстрационная модель видов радиоактивного излучения** дает возможность проиллюстрировать это сложное физическое явление. Используя эту модель, учитель может показать:

- а) как распространяются различные виды радиоактивного излучения в электрическом (магнитном) поле;
- б) что один вид излучения отделяется от другого только в электрическом (магнитном) поле;
- в) что данный радиоактивный изотоп не излучает одновременно все три вида радиоактивного излучения.



5. **Демонстрационная модель атома водорода** иллюстрирует механизм излучения атомом электромагнитных волн различной длины. В частности, используя эту модель, учитель может показать строение атома водорода, раскрыть условия, при которых атом излучает фотон, показать образование спектральных серий.

6. **Демонстрационная модель цепной ядерной реакции** дает возможность показать учащимся сущность этого физического явления, иллюстрирует причину и условия, при которых совершается цепная ядерная реакция.

7. **Демонстрационная модель циклотрона** дает возможность:

- а) показать главные составные части установки;
- б) показать, что период изменения напряженности электрического поля между дуантами равен периоду вращения иона в камере циклотрона;
- в) показать, что ион увеличивает линейную скорость только в электрическом поле, а магнитное — лишь меняет направление движения его;
- г) показать зависимость скорости движения иона от радиуса кривой, по которой движется ион.

8. **Демонстрационная модель линейного ускорителя ионов** иллюстрирует принцип работы этой установки и имеет такие же возможности, как и предыдущая модель.

9. **Модель для иллюстрации изменения длины световой волны** при переходе света из одной оптической среды в другую. Как показывает практика, ученики средних школ часто путают, что меняется: длина световой волны или частота колебаний при переходе света из одной среды в другую.

Изменение длины волны при распространении света в разных средах особенно необходимо подчеркивать при изучении явления интерференции света. Это дает возможность ученикам понять, почему при определении разности хода лучей необходимо учитывать оптическую длину пути распространения луча. Предлагаемая модель может быть использована при изучении этого материала.

10. **Демонстрационная модель для иллюстрации распространения фронта световой волны.**

Эта модель используется в следующих случаях:

- а) для иллюстрации движения фронта световой волны, когда свет излучается в виде отдельного сигнала;
- б) для иллюстрации распространения фронта световой волны, когда свет излучается источником бесперывно;



в) при изучении зависимости изменения интенсивности света, излучаемого точечным источником, от расстояния;

г) для иллюстрации принципа определения скорости света в лабораторных условиях;

д) при изучении принципа относительности Эйнштейна.

11. **Действующая демонстрационная модель лифта** с набором к нему применяется при изучении некоторых явлений в состоянии невесомости и перегрузки. Этот набор может успешно быть использован также при решении отдельных типов задач по физике в средней школе.

В работе описаны и другие модели из различных разделов школьного курса физики.

Большинство указанных выше моделей приводятся в действие специально разработанным **программным электро-механическим приспособлением**, которому в зависимости от типа модели задается соответствующая программа. Строение, принцип действия программного электро-механического приспособления и методика его использования детально описаны.

Кроме программного электро-механического приспособления в этом разделе рассматривается схема и дается детальное описание **электронного управляющего приспособления**. По сравнению с электро-механической эта установка более компактна и в такой же степени надежна.

Использование одного из таких управляющих устройств для приведения в действие многих моделей в значительной степени упрощает конструкцию последних, делает их экономически выгодными и универсальными, что позволит избежать загромождения физического кабинета.

Кроме того, программное электро-механическое устройство и электронное управляющее устройство могут служить, как модели для изучения соответствующих установок, которые управляют по заданной программе отдельными машинами и механизмами. Они могут быть успешно использованы при изучении темы: «Физика и технический прогресс».

В третьем разделе «Методика ознакомления учеников с элементами метода моделирования на уроках физики» рассматриваются методические рекомендации по вопросу ознакомления учащихся с основными идеями моделирования.

Исследования показали, что такое ознакомление может проходить следующим образом.

1. На специально отведенных для этого уроках.
2. В процессе изучения программного материала по физике.



3. На внеклассных занятиях.

4. Путем самостоятельного изучения учениками соответствующей научно-популярной литературы.

Как подтвердила практика, для раскрытия содержания основных понятий при предварительном ознакомлении учащихся с методом моделирования необходимо выделить специально хотя бы два часа. Здесь нужно рассмотреть такие вопросы:

1. Краткую характеристику сущности метода моделирования, его значение в науке.

2. Понятие «модель».

3. Некоторые основные виды моделирования.

4. Примеры использования метода моделирования в науке и технике.

Это составит тот необходимый минимум знаний, используя который можно проводить дальнейшее ознакомление учеников с моделированием в процессе изучения соответствующего материала по физике.

Необходимое время для проведения специальных занятий можно взять или за счет времени, выделенного на повторение, или за счет интенсификации учебного процесса. Именно использование высококачественных демонстрационных моделей, как показывает практика, при изучении некоторых вопросов физики дает возможность до определенной степени интенсифицировать учебный процесс и сэкономить дорогое для учителя время.

В диссертации детально раскрыты содержание и методика проведения уроков по предварительному ознакомлению учащихся с методом моделирования.

Специальный параграф посвящен вопросу ознакомления учащихся с физическим моделированием на уроках физики при изучении программного материала. В другом параграфе этого же раздела освещены возможности ознакомления учащихся средней школы на уроках физики с элементами математического моделирования. Здесь рассматривается моделирование с использованием электропроводной бумаги, электролитических ванн, сеток омических сопротивлений и т. п. Широкое и очень эффективное использование в научных исследованиях электропроводной бумаги вызывает необходимость практически познакомить с этим вопросом учеников средней школы.

Автором разработана установка и описана методика использования ее при проведении некоторых работ физического практикума в 10 классе с использованием электропроводной бумаги. При выполнении таких работ учащиеся приобретают



некоторые элементарные навыки научного исследования, знакомятся с методом моделирования практически.

Математическое моделирование лежит в основе строения аналоговых вычислительных машин непрерывного действия. В процессе изучения физики, в частности электричества, учитель имеет возможность дать ученикам некоторые представления об отдельных блоках таких машин. В этом разделе показано, на каком материале можно проводить ознакомление учеников с такими машинами, даны краткие методические указания относительно проведения этих уроков, разработаны и описаны установки, которые дают возможность иллюстрировать работу отдельных узлов аналоговых машин.

Как показала практика, ознакомление учеников с такими устройствами не требует дополнительной затраты времени, это можно успешно сделать в процессе изучения самого материала. Подобного рода сообщения и демонстрации имеют большое политехническое и познавательное значение; учащиеся более сознательно подходят к изучению фактического материала, у них появляется интерес к знаниям, возникает заинтересованность и творческая инициатива.

В четвертом разделе «Педагогический эксперимент» дано описание организации и методики проведения педагогического эксперимента, который в основном проходил по таким этапам:

1. Проверка основных положений, идей и приборов лично автором диссертации в экспериментальных классах с участием нескольких учителей физики, которые специально приглашались на эти уроки.

2. После детального обсуждения и учета основных замечаний, приборы и методические положения рекомендовались для проверки в более широком масштабе.

3. Изучение отзывов учителей, которые поступали к автору, и учет их в дальнейшей работе.

Основным фактором, который определял оценку соответствующих приборов и методических положений, выдвинутых автором, является влияние их на улучшение качества знаний учеников по физике. Одновременно учитывалось количество времени, необходимое для реализации цели, поставленной на уроке, с применением моделей и без них.

В разделе освещаются общие результаты работы и сравнение знаний учащихся экспериментальных и контрольных классов, даются примеры и анализ ответов учащихся, результаты контрольных работ и т. п. Все указанные материалы приводят к выводу о том, что учащиеся экспериментальных



классов получили более прочные и действенные знания по сравнению со знаниями учеников контрольных классов.

Проведенный педагогический эксперимент дает основание утверждать о необходимости применения моделей при изучении некоторых вопросов физики, а также ознакомления учеников средней школы с элементами метода моделирования и позволяет сделать следующие выводы:

1. Рассмотренные в работе демонстрационные модели могут быть использованы для объяснения сущности соответствующих физических явлений и процессов, а также для ознакомления учеников с экспериментальной базой современной физики.

2. Методически верное использование в школе этих моделей способствует более глубокому пониманию учениками физических явлений и закономерностей, интенсифицирует учебный процесс и экономит учебное время.

3. Модели, описанные в диссертации, отвечают всем психолого-педагогическим и физиолого-гигиеническим требованиям, предъявленным к физическим приборам.

4. Все демонстрационные модели доступны для изготовления в условиях школы как с технической, так и с материальной точек зрения. Они просты по устройству и надежны в работе.

5. Одновременно с использованием на уроках физики отдельных демонстрационных моделей необходимо знакомить учеников средней школы с элементами метода моделирования в целом. Это имеет большое познавательное, политехническое и научное значение:

а) перед учащимися раскрывается один из важных методов познания объективной действительности;

б) такое ознакомление создает определенную основу для понимания и изучения учениками принципа действия некоторых видов вычислительных машин;

в) ознакомление учеников с элементами метода моделирования дает возможность более полно и продуктивно использовать вместе с другими физическими приборами разнообразные демонстрационные модели и создает основу для правильного понимания тех логических моделей, которые изучаются согласно программе в школьном курсе физики (модель атома Резерфорда-Бора, модель ядра атома и др.).

6. Предложенная методика использования моделирования в курсе физики средней школы способствует формированию у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения.

Автор считает, что применение моделей при изучении физики и ознакомление учеников с идеями метода моделирова-



ння, согласно методике, предложенной в этой работе, будет способствовать развитию у учащихся некоторых представлений о достижениях современной науки и техники, а также будет повышать качество знаний учеников по соответствующим разделам школьного курса физики.

По теме исследования автор сделал следующие доклады:

1. Позакласна робота з фізики та її вплив на якість знань учнів з цього предмету, VI областні подчтения (Вольнская область), 1957 г.
2. Виховання в учнів інтересу до знань в процесі виготовлення моделей з фізики, VII областні подчтения (Вольнская область), 1958 г.
3. Деякі моделі по темі «Будова атома», научная конференция кафедр Луцкого госпединститута, февраль 1963 г.
4. Прилад для моделювання природи рентгенівських променів, научная конференция кафедр Луцкого госпединститута, февраль 1964 г.
5. Модель для ілюстрації випромінювання атома водню, научная конференция кафедр Луцкого госпединститута, февраль 1965 г.
6. Моделювання деяких фізичних явищ в умовах школи за допомогою електропровідного паперу, научная конференция кафедр Луцкого госпединститута, февраль 1966 г.

По диссертации опубликованы следующие работы:

1. Демонстраційна модель атома водню. «Методика викладання фізики», Республіканський науково-методичний збірник, вип. I, вид-во «Рад. школа», 1964.
2. Використання сельсіннів у демонстраційному експерименті з фізики. «Методика викладання фізики», Республіканський науково-методичний збірник, вип. I, вид-во «Рад. школа», 1964, (Соавторы Жила А. И., Церковницький С. А.).
3. Демонстраційний прилад для імітації ланцюгової реакції. «Викладання фізики в школі», Збірник статей, вип. 4, вид-во «Рад. школа», 1965.
4. Використання методу моделювання при викладанні фізики. Тезиси докладов конференцій КГПИ ім. А. М. Горького, Киев, 1966.
5. Демонстраційна модель рентгенівської трубки. «Методика викладання фізики», Республіканський науково-методичний збірник, вип. 2, вид-во «Рад. школа», 1966.
6. Математичне моделювання непрямої аналогії на уроках фізики. Ж. «Радянська школа», № 6, 1966.

Подготовлены и сданы в печать такие работы:

1. Демонстраційна модель видів радіоактивного випромінювання, «Викладання фізики в школі», збірник статей, вип. 5, вид-во «Рад. школа».
2. Ознайомлення учнів з методом моделювання на уроках фізики. «Методика викладання фізики». Республіканський науково-методичний збірник, вип. 3, вид-во «Рад. школа».
3. Моделювання і викладання фізики в школі (посібник для вчителів), вид-во «Рад. школа» (6 печатных листов).
4. Камера для шкільної рентгенівської трубки, «Методика викладання фізики», Республіканський науково-методичний збірник, вип. 3, вид-во «Рад. школа».



БФ 16640. Подписано к печати 11.VII 1966 г. Формат бумаги  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ .  
Объем 1 печ. л. Зак. 2957. Тираж 200.

---

Киев, тип. № 3, цех 2