

p28 169/—4  
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ им. А. М. ГОРЬКОГО

---

И. М. РАЧЕК

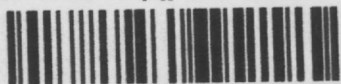
МЕТОДИКА ИЗЛОЖЕНИЯ ТЕМЫ  
„ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК.  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ“  
В X КЛАССЕ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Научный руководитель—кандидат педагогических наук  
М. И. РОЗЕНБЕРГ

Киев—1957

НБ НПУ  
імені М.П. Драгоманова



100313740



53/074  
Р24

Электрическая энергия проникает сейчас во все отрасли народного хозяйства. На основе широкого использования электрической энергии создаются наиболее производительные машины, агрегаты, осуществляется механизация, автоматизация, телемеханизация различных производственных процессов, возникли и успешно развиваются новые отрасли техники. На базе электрификации быстрыми темпами происходит подъем сельского хозяйства и переустройство транспорта.

В связи с этим перед школой стоит важнейшая задача — не только дать учащимся основные понятия об электрических явлениях и законах, но и ознакомить их с практическим применением электрической энергии.

В. И. Ленин подчеркивал, что „... недостаточно понимать, что такое электричество: надо знать, как технически приложить его и к промышленности, и к земледелию, и к отдельным отраслям промышленности и земледелия. Надо научиться этому самим, надо научить этому все подрастающее трудящееся поколение“<sup>1</sup>.

Ознакомление учащихся с основами электротехники является важнейшей составной частью политехнического обучения. Поэтому, улучшая методику ознакомления учащихся с применением электричества в технике, мы вносим также и значительный вклад в реализацию решений XIX и XX съездов КПСС о развитии политехнического обучения в школе.

Указанные задачи в значительной мере должны быть решены на уроках физики, в частности, при изучении темы „Переменный ток. Электрические машины“ в X классе.

В 1954/55 учебном году значительно изменились объем и последовательность программного материала по данной теме, изложение ее в стабильном учебнике А. В. Перышкина и в ряде методических пособий. В новой программе больше внимания уделяется связи теоретического материала с практикой, предусматривается ознакомление учащихся со свойствами переменного тока, с основными электрическими машинами и при-

<sup>1</sup> В. И. Ленин, Сочинения, т. 31, 1950, стр. 264.

борами (генераторами, электродвигателями, трансформаторами, выпрямителями и электроизмерительными приборами), с электростанциями и энергетическими ресурсами нашей страны, с передачей и распределением электрической энергии.

Однако, ряд вопросов темы еще не разработан как в учебнике, так и в методических пособиях.

Из-за отсутствия необходимых наглядных пособий во многих школах изложение темы проводится по учебнику, без соответствующих демонстраций, иллюстраций и хорошо подобранных примеров, что приводит к формальному заучиванию учащимися материала, к недостаточному пониманию ими его физического содержания и к отсутствию у них умения применить свои знания на практике.

В связи с новыми задачами, поставленными перед школой, возникает необходимость в разработке методики преподавания темы с учетом требований политехнического обучения.

*Цель настоящей диссертации — проанализировать состояние преподавания в школе темы „Переменный ток. Электрические машины“ и разработать методику ее изучения соответственно новым требованиям, стоящим перед школой в связи с политехнизацией.*

В основу диссертации положены материалы:

- 1) изучения научно-теоретической, технической, педагогической и научно-популярной литературы по теме;
- 2) изучения состояния преподавания темы в средних школах № 21, 25, 30, 51, 53, 57, 58, 74, 78, 89, 90, 92, 131, 134, 136, 145, 147 г. Киева; в школах № 10, 18, 84 г. Запорожья; в школах г. Боярки, Киевской области; в Ново-Полтавской школе, Николаевской области (посещение уроков, внеклассных занятий, проведение контрольных работ);
- 3) изучения опыта преподавания темы в педагогических и ремесленных училищах, в техникумах, в институтах;
- 4) анализа имеющихся по теме наглядных пособий;
- 5) экспериментальной проверки разработанной нами методики в школах Украины.

Исходя из задач политехнического обучения, необходимо ознакомить учащихся не только с отдельными понятиями о переменном токе и принципе работы основных электрических машин, но также с устройством этих машин и некоторых аппаратов, с их конструктивными особенностями и уходом за ними.

Эти задачи решаются не только на уроках физики, но и на практикуме по электротехнике, введенном в учебный план

с 1955/56 года, при проведении экскурсий на электростанции, на внеклассных занятиях по физике. Однако успех их решения в значительной степени зависит от качества изложения материала темы „Переменный ток. Электрические машины“.

При разработке методики изучения этой темы обращалось главное внимание на методически обоснованный отбор материала; на научность и последовательность изложения материала, на взаимосвязь между отдельными вопросами темы, на связь теоретического материала с его практическим использованием и на применение при изучении электрических машин единой терминологии, принятой в электротехнике.

Автором уделялось большое внимание созданию новых наглядных пособий, с помощью которых можно поставить ряд новых демонстраций, более эффективных, чем ныне существующие.

Диссертационная работа построена по следующему плану:

1. Введение, в котором сформулирована задача и описана методика выполнения диссертации.

2. Первая часть, посвященная анализу состояния преподавания данной темы в средней школе.

3. Вторая часть, состоящая из 4-х разделов: в первом разделе излагается методика преподавания вопросов переменного тока; во втором—методика изложения материалов об электрических машинах, в третьем—методика преподавания вопросов получения, передачи и распределения электрической энергии; в четвертом—описываются сконструированные автором приборы.

4. Выводы.

5. Библиография (167 названий).

*В первой части работы* дан анализ освещения рассматриваемой темы в программах, учебниках и методических пособиях, анализ наличия и использования преподавателями соответствующих наглядных пособий и качества усвоения материала учащимися.

Обращается внимание на коренные изменения программы по теме в связи с политехническим обучением. Программа дополнена целым рядом новых вопросов (эффективное значение напряжения и тока, активное, емкостное и индуктивное сопротивление при переменном токе, понятие о трехфазном токе и принципе устройства электродвигателя трехфазного тока, выпрямление переменного тока, тепловые, гидроэлектрические, ветроэлектрические станции).

Увеличено также количество часов на изучение данной темы: вместо 8 часов по старой программе теперь отводится

16; кроме того, введено 3 часа на проведение экскурсии на электростанцию.

В работе обосновывается необходимость изучения некоторых вопросов, не предусмотренных новой программой, но имеющих очень большое значение при осуществлении политехнизации (мощность в цепи переменного тока, генератор трехфазного тока, соединение трехфазных систем, электродвигатели постоянного тока и другие).

Ряд вопросов рекомендуется рассмотреть на внеклассных занятиях по физике или на практикуме по электротехнике, например, синхронные электродвигатели трехфазного тока, ртутные и полупроводниковые выпрямители, передача электрической энергии постоянным током.

В результате анализа преподавания данной темы в школе автор в диссертации пришел к выводам, что в программе, в стабильном учебнике и в методической литературе все еще четко не определен и методически не обоснован объем материала темы и последовательность его изложения; нет еще взаимосвязи между отдельными вопросами темы и вопросами практикума по электротехнике. Учителя школ до сих пор не имеют хорошо разработанной методики преподавания темы „Переменный ток. Электрические машины“, соответствующей требованиям новой программы. В методической литературе и стабильном учебнике недостаточно разработаны такие вопросы, как получение трехфазного тока, принципы устройства и работы электрических машин, получение, передача и распределение электрической энергии, решение задач по данной теме и приобретение учащимися соответствующих практических умений и навыков.

В школах мало наглядных пособий по данной теме, в частности, нет демонстрационных приборов по изучению трехфазного тока, передачи и распределения тока. В большинстве школ физические кабинеты еще не имеют проводки трехфазного тока, мало электроизмерительных приборов. Значительная часть наглядных пособий по теме не удовлетворяет методическим и техническим требованиям. Например, демонстрационный прибор „Виток, вращающийся в магнитном поле“ имеет небольшие размеры и сложное устройство коллектора, на модели не видны провода, по которым индукционный ток идет от витка к пластинам коллектора, отсутствует магнитопровод, вследствие чего в приборе получается очень малый индукционный ток. Мало удовлетворяет методическим требованиям и действующая модель генератора—машина Торопова.

Отсутствие хорошо разработанной методики и соответственно оборудованного физического кабинета в школе часто приводит к формальному изложению отдельных вопросов темы. В результате — значительная часть учеников неглубоко усваивает основные понятия темы, принцип работы и устройство электрических машин, электростанций, слабо разбирается в решении задач, не получает практических умений и навыков обращения с электрическими машинами и приборами.

Однако лучшие учителя, перестраивая свою работу в свете задач политехнического обучения, совершенствуя методы изложения отдельных вопросов, широко применяя самодельные приборы, электрические машины, трансформаторы, электроизмерительные приборы, таблицы и кинофильмы, добиваются сравнительно хорошего усвоения учащимися материала темы и приобретения ими некоторых практических навыков. В диссертации широко отражен опыт этих учителей.

Во второй части диссертации изложена методика преподавания темы „Переменный ток. Электрические машины“ и подобран фактический материал для проведения уроков, особенно по вопросам, недостаточно освещенным в стабильном учебнике и методической литературе.

В первом разделе „Переменный ток“ даются общие замечания по теме, приводится примерный поурочный план, кратко освещается история использования в электротехнике переменного тока.

При изложении вопроса „Получение переменного тока“ автор подробно останавливается на методике объяснения условий, необходимых для получения э. д. с. в витке или обмотке. Особое внимание уделено получению переменного тока в катушке, внутри которой вращается магнит, ибо такой способ получения переменного тока положен в основу современных генераторов переменного тока. Объяснение сопровождается описанием демонстраций на приборе, изготовленном автором.

В связи с недостаточной математической подготовкой учащихся и сравнительно малым количеством часов, отводимых на объяснение свойств переменного тока, в разрабатываемой методике отдается преимущество не математическим доказательствам, а соответственно подобранным демонстрациям и иллюстрациям.

Далее приводится описание ряда опытов, с помощью которых освещаются такие вопросы, как действия переменного тока, эффективное значение напряжения и тока, сопротивление в цепи переменного тока и другие.

Рассматривая сопротивление в цепи переменного тока, обращают внимание на выяснение физической сущности омического, индуктивного и емкостного сопротивлений, на раскрытие причины реактивного характера индуктивного и емкостного сопротивлений, показывают зависимость реактивного сопротивления от частоты тока и от величины индуктивности и емкости. По аналогии с изучением мощности при действии силы под углом объясняется мощность переменного тока.

При объяснении характера переменного тока и сопротивления в цепи переменного тока рекомендуется использовать осциллограф. С помощью приспособленного к школьным условиям самодельного осциллографа автору удалось поставить опыты, раскрывающие синусоидальный характер переменного тока, показывающие изменение сопротивления в зависимости от изменений индуктивности или емкости в цепи, сдвиг фаз между напряжением и током, что помогает раскрыть физическую сущность коэффициента мощности переменного тока.

Подробно разработана методика изложения вопроса „Понятие о трехфазном токе“, где обращается внимание на широкое использование самодельных наглядных пособий. Указав технические и методические недочеты ряда самодельных моделей, которые используются при объяснении трехфазного тока, а также на отдельные трудности их использования, автор предлагает ряд своих более совершенных моделей.

Способы соединения трехфазных систем рекомендуется изучать после ознакомления учащихся с генераторами трехфазного тока, что обуславливается потребностью более тесной увязки данного вопроса с практикой.

*Второй раздел* посвящен методике изучения основных электрических машин и некоторых установок (генераторов, электродвигателей переменного и постоянного тока, трансформаторов и выпрямителей).

Чтобы связать теоретические знания учеников об электричестве с практическим его использованием, принцип работы электрических машин рассматривается в неразрывной связи с кратким описанием их устройства и некоторых характерных конструктивных особенностей; выясняются основные их преимущества и недостатки, возможности использования этих машин в технике. Более глубокое изучение электрических машин, электроизмерительных приборов и привитие учащимся навыков обращения с ними обеспечивается на уроках практики по электротехнике.

В этом разделе при ознакомлении с генераторами пере-



менного тока основное внимание обращается на изучение работы и устройства генераторов с неподвижным якорем, которые широко применяются на современных электростанциях, в противоположность традиционному изучению генераторов с вращающимся якорем.

Переходя к изучению генератора трехфазного тока, подчеркивают его преимущество перед однофазным генератором. Объяснение принципа устройства и работы генератора трехфазного тока сопровождается демонстрациями на моделях, сконструированных диссертантом (макет, действующие и кинематические модели генератора трехфазного тока). Подробно рассматривается соединение генераторов трехфазного тока с потребителями. На специально изготовленном приборе объясняется преимущество трехфазной системы перед однофазной, соединение звездой и треугольником. Далее дается понятие о фазном и линейном напряжении и о соотношении между ними.

Разработана также методика проведения лабораторного занятия „Соединение источников трехфазного тока с потребителями“ и экскурсии по изучению электропроводки в жилом помещении. Этот материал может быть использован на уроках практикума по электротехнике.

При изучении электродвигателей переменного тока обращается основное внимание на асинхронный короткозамкнутый электродвигатель трехфазного тока. Раскрывается причина возникновения вращающегося магнитного поля трехфазного тока и вращения ротора. Объясняется изменение мощности электродвигателя от нагрузки и рассматриваются его главные преимущества и недочеты.

В диссертации описывается ряд самодельных действующих моделей, с помощью которых учителя школ объясняют принцип действия асинхронных электродвигателей. При рассмотрении устройства асинхронного электродвигателя лучшим наглядным пособием рекомендуется использовать легко разбираемый электродвигатель, на котором показывают устройство обмоток статора и ротора, железного сердечника в статоре и роторе. Собрав электродвигатель, производят его пуск, включая его на треугольник или звезду, показывают способы повышения полезной мощности электродвигателя.

Прежде чем перейти к изучению трансформаторов, сначала кратко рассматривают историю их возникновения и развития. Затем с помощью умело подобранных опытов объясняют принципы устройства и работы трансформаторов, обращается вни-

мание на роль железного сердечника, показывается, как с его помощью устраняется рассеивание магнитного потока и повышается к. п. д. трансформатора.

Далее объясняется работа трансформатора при холостом ходе и при нагрузке. Кратко излагаются причины потерь в трансформаторах. Указывается на основные виды трансформаторов и автотрансформаторов, на использование их при передаче электрической энергии, в электроизмерительных приборах, в телефонии и некоторых отраслях промышленности.

Приводятся примеры задач с экспериментальной проверкой на школьном трансформаторе.

При изложении методики изучения выпрямления переменного тока автор считает необходимым сначала изучать выпрямители переменного тока, а потом переходить к изучению генератора постоянного тока, в отличие от рассмотрения выпрямителя после изучения генератора постоянного тока, практикуемого некоторыми учителями.

В диссертации разработана методика изучения нескольких видов выпрямителей, в том числе и коллектора, как простейшего механического выпрямителя.

Для внеклассных занятий разработана методика ознакомления учащихся с ртутными и полупроводниковыми выпрямителями.

Генератор постоянного тока по принципу своей работы и устройства в диссертации рассматривается как генератор переменного тока, снабженный простейшим механическим выпрямителем — коллектором.

Обращается внимание на самовозбуждение генератора, рассматриваются виды генераторов постоянного тока и их обратимость.

В диссертации разработана методика изучения электродвигателей постоянного тока. Она может быть использована на внеклассных занятиях по физике или на практикуме по электротехнике.

*В третьем разделе* рассматривается методика изложения способов получения электрической энергии на электростанциях, передача и распределение ее, а также методика организации и проведения экскурсии на электростанцию.

В связи с тем, что материал, рассматриваемый в этом разделе, мало освещен в методической литературе и совершенно не освещен в стабильном учебнике, автору пришлось, кроме методических указаний, в значительной мере остановиться на подборе фактического материала, который учителя

школы могли бы использовать на уроках и при проведении экскурсии на электростанцию.

В методике изложения материала об электростанциях рассматриваются вопросы устройства тепловой, гидроэлектрической, ветроэлектрической, маломощных колхозных и школьных электростанций.

При изучении электростанций обращается внимание на основные их агрегаты, на автоматическое управление этими агрегатами, на к. п. д. электростанций и на преимущество электростанций перед другими источниками энергии. Отмечаются преимущества гидроэлектростанций и ветроэлектростанций перед тепловыми электростанциями и упоминается о проблеме развития в нашей стране атомных электростанций. Приводятся примеры строительства школьных электростанций силами учащихся. При объяснении материала об электростанциях используются самодельные макеты, таблицы, эпидиаскопические проекции и кинофильмы.

Далее даются общие методические замечания об организации и проведении экскурсии на электростанцию, приводится план экскурсии и отчет учащихся о посещении электростанции большой мощности. Здесь же описывается методика организации экскурсии на сельскую электростанцию малой мощности.

Изучение передачи и распределения электрической энергии начинается с кратких исторических сведений. Потом на конкретных задачах и на проведенных опытах показывается роль высокого напряжения при передаче электрической энергии на большое расстояние. Подробно рассматривается схема передачи и распределения электрической энергии, принцип устройства и работы трансформаторной подстанции и линии высокого напряжения, дается понятие о высоковольтных энергетических системах.

Для внеклассных занятий разработана методика передачи электрической энергии на сверхдальние расстояния (тысячи километров) при помощи постоянного тока.

В методике изложения вопроса „Электрификация СССР и использование электрической энергии в народном хозяйстве“ сначала характеризуется отсталость энергетического хозяйства царской России, потом показывается развитие электрификации страны в условиях советской власти. На соответствующих картах показываются главные электростанции, построенные как по плану ГОЭЛРО, так и в годы пятилеток.

Далее подробно излагается, как и где используется электрическая энергия на промышленных предприятиях, на транспорте и в сельском хозяйстве. При объяснении этого вопроса обращается внимание на простоту передачи электрической энергии, на преимущество электродвигателя перед другими двигателями, на возможность использования электричества для выполнения сложных процессов на производстве и в сельском хозяйстве, для проведения автоматизации и телемеханизации производственных процессов.

В четвертом разделе описаны сконструированные автором наглядные пособия по теме.

В связи с недостатком наглядных пособий в школах, особенно для демонстрации трехфазного тока, и несоответствием некоторых моделей своему назначению автор при разработке методики изложения темы изготовил 16 таких наглядных пособий:

1. Две магнитоэлектрические модели генератора трехфазного тока: одна с тремя, а вторая—с шестью катушками. Принцип устройства и действия их близок к техническим генераторам. Они простые по устройству и хорошо действуют, дают ток 10—15 а при напряжении 12—15 в.

Третья модель построена по принципу одноякорного преобразователя. Она одновременно служит генератором трехфазного и постоянного тока.

2. Модель упрощенного осциллографа с тремя зеркалами, дающая возможность демонстрировать зависимость величины переменного тока от величины индуктивности и емкости, сдвиг фаз в цепи однофазного и трехфазного тока.

3. Четыре прибора, демонстрирующие способы соединения трехфазных систем и преимущество трехфазной системы перед однофазной. Из этих приборов необходимо отметить прибор для демонстрации всех видов соединений, электрически связанных и электрически не связанных трехфазных систем.

4. Набор кинематических моделей, дающих учащимся более глубокое представление о движении электрических зарядов в цепях переменного тока (однофазного и трехфазного). На этом наборе можно демонстрировать принцип действия генератора однофазного и трехфазного тока, прохождение переменного тока через конденсатор и катушку с большой индуктивностью.

5. Разборный макет генератора трехфазного тока, дающий правильное представление об устройстве генератора трехфазного тока и принципе его работы.

6. Две схемы тепловой и гидроэлектростанции и другие приборы.

Большинство изготовленных приборов служат для демонстраций опытов, связанных с изучением трехфазного тока. Опытная проверка этих приборов проводилась во многих школах учителями физики при непосредственном участии автора и дала положительные результаты. Четыре из этих приборов принято к серийному производству.

Экспериментальная проверка разработанной нами методики в школе дает нам право утверждать, что учащиеся лучше усваивают тему в тех классах, где учителя работали по нашей методике (экспериментальные классы), нежели в классах, где изучение темы велось по общепринятой методике (контрольные классы).

В контрольных классах часть вопросов темы (например, характер переменного тока, эффективные значения тока и напряжения, индуктивное и емкостное сопротивления, трехфазный ток, линейное и фазное напряжения) учащиеся часто усваивают формально и на поставленные вопросы дают заученные и недостаточно обоснованные ответы. Многие из учащихся не могли объяснить, почему сопротивление катушки с большей индуктивностью всегда больше для переменного тока, чем для постоянного, от чего зависит величина емкостного сопротивления, что такое система трех токов, почему график трехфазного тока состоит из трех синусоид, каковы причины вращения ротора асинхронного электродвигателя. Не могут обосновать причины получения переменной э. д. с. во вторичной катушке трансформатора и т. д.

В экспериментальных классах большинство учащихся дает содержательные ответы на все вопросы темы. При ответах они обращают внимание на раскрытие физической сущности и причины того или иного явления, хорошо объясняют не только принципы работы электрических машин и приборов, но и знают их устройство, их применение на производстве и в сельском хозяйстве.

Учащиеся этих классов приобрели ряд практических умений и навыков, например:

1. Пользование электроизмерительными приборами и другими электротехническими устройствами.
2. Включение в электрическую сеть электродвигателей переменного и постоянного тока, трансформаторов, выпрямителей и контроля за их работой.

3. Включение трансформаторов и электродвигателей трехфазного тока звездой и треугольником.

4. Чтение паспорта электрических машин и приборов.

5. Чтение и рисование несложных схем и таблиц электрических машин и некоторых приборов.

В контрольных классах преобладающее большинство учеников не получило этих практических навыков.

Разработанная автором методика изложения темы в средней школе и результаты ее экспериментальной проверки рассматривались на заседаниях отдела методики физики и Ученого совета Научно-исследовательского института педагогики УССР.

Автор выступал также на конференциях и семинарах учителей г. Киева, на конференции заведующих методическими кабинетами физики при областных институтах повышения квалификации учителей Украины.

Методические разработки уроков по теме были разосланы областным институтам повышения квалификации учителей для практической проверки их в школах. Большинство учителей, проводивших уроки по данной методразработке, прислало положительные отзывы. Отдельные предложения и пожелания, внесенные учителями по улучшению данной методической разработки, были учтены при написании диссертации.

Кроме того, весь процесс изучения темы по данной методике диссертант наблюдал в трех школах г. Киева (57, 134, 136).

С целью проверки, для сравнения результатов усвоения учащимися программного материала при изучении темы по разработанной и по общепринятой методике, автор посетил уроки в ряде школ г. Киева (25, 74, 92, 131 и 145) и провел контрольные работы.

Анализ состояния преподавания темы и результаты экспериментальной проверки разработанной нами методики позволяют сделать следующие выводы:

1. Для более глубокого и полного усвоения темы и привития учащимся некоторых практических навыков необходимо дополнить учебную программу следующими вопросами: понятие о мощности переменного тока, генератор трехфазного тока, соединения трехфазных систем, полупроводниковые выпрямители, электродвигатели постоянного тока.

Чтобы изложение материала темы было более последова-

тельным, следует изучение электрических машин выделить отдельной подтемой.

2. Вскрытые диссертантом недочеты в преподавании данной темы, в учебниках, в методической литературе и в наглядных пособиях должны быть учтены в практике работы учителей школ.

3. Разработанная и проверенная в школе методика изложения данной темы окажет практическую помощь учителям физики в перестройке преподавания ее в свете задач политехнического обучения.

4. Описанные в диссертации самодельные наглядные приборы, изготовленные в школах и разработанные автором, в значительной мере могут способствовать обеспечению физических кабинетов наглядными пособиями по теме.

5. Использование в школе разработанной в диссертации методики изложения и описания принципов устройства, действия и практического применения электрических генераторов, электродвигателей, трансформаторов, выпрямителей и электростанций может в значительной степени способствовать подготовке учащихся к трудовой деятельности, привьет им умения обращаться с электрическими машинами и другим электрооборудованием, читать схемы и несложные чертежи, производить несложный ремонт. Кроме того, это будет способствовать подготовке учащихся к проведению практикума по электротехнике.

Надеемся, что предлагаемая нами методика изучения темы „Переменный ток. Электрические машины“ поможет учителю поставить изложение этой темы в средней школе на должную высоту.

После окончания работы над диссертацией некоторые вопросы данной темы были перенесены из курса физики в программу практикума по электротехнике. Предлагаемая методика может быть использована и руководителями практикума по электротехнике.

#### СПИСОК

опубликованных автором работ по диссертационной теме:

1. Уроки з електрики в X класі, посібник для вчителів, „Радянська школа“, 1955 р., стор. 174—197.
2. Изучение темы „Переменный ток“, „Физика в школе“, № 6 за 1954 г.
3. Осциллограф с тремя зеркалами, „Физика в школе“, № 5 за 1956 г.
4. Знання й практичні навички з фізики, газ. „Радянська освіта“ за 10/VII 1954 г.





