

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физики и методико-информационных технологий

**Разработка методического сопровождения по теме
«Магнитные свойства вещества»**

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 255 группы

направления 44.04.01 «Педагогическое образование» физического факультета

Шалыгина Ильи Андреевича

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

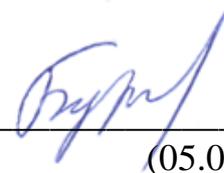


(05.06.2020)

В.Б. Гаманюк

Заведующий кафедрой

д.ф.-м.н., профессор



(05.06.2020)

Т.Г. Бурова

Саратов 2020

Введение

Демократизация общества, становление рыночных отношений выдвинули новые требования к обучению и воспитанию человека, гражданина, специалиста. В складывающихся социально-экономических отношениях востребованы профессионализм, ответственность, самостоятельность и инициатива, а не пассивное исполнительство. Эти социально значимые качества следует формировать у подрастающего поколения непосредственно в учебной деятельности.

Информатизация общества, возрастание роли науки приводят к специализации и усложнению деятельности во всех сферах общественной жизни: производственной, технологической, правовой и так далее. В этих условиях все более актуальным становится требование самообразования в течение всей жизни. Готовность к самообразованию может быть обеспечена, прежде всего, развитием познавательных способностей за счет применения знаний, полученных в процессе обучения.

Для того, чтобы повысить эффективность развития познавательной и исследовательской деятельности и предоставить новые возможности для творческого роста учащихся, нужно использовать самые современные источники информации.

Как показывает педагогический опыт, при изучении магнетизма, а именно магнитных свойств вещества, в школьном курсе физики возникают определенные трудности. К тому же не радуют разнообразием и методические разработки по данной теме. В этой связи важное значение приобретают усилия, направленные на создания методического сопровождения, которое бы способствовало повышению уровня знаний как по всей теме целиком, так и её отдельным вопросам.

Объектом исследования является учебный процесс в классах с разными профилями обучения и колледжа.

Предметом исследования является методическое сопровождение «Магнитные свойства вещества».

Цель работы – составление методического сопровождения, которое содержало бы, как теоретическое рассмотрение природы магнитных свойств веществ, так и ряда экспериментов, способствующих углублению знаний.

В основу работы была положена **гипотеза**: использование нового методического сопровождения или некоторых его частей повышает эффективность учебного процесса и позволяет добиться более глубокого понимания учащимися данной темы.

Исходя из поставленной цели и сформулированной гипотезы, ставятся **задачи**:

1. Ознакомится с учебной и технической литературой по выбранной теме;
2. Адаптировать теоретический материал, объясняющий различие магнитных свойств вещества, к уровням школы и колледжа;
3. Рассмотреть области применения магнетиков;
4. Апробировать методическое сопровождение в учебных заведениях;
5. Проанализировать результаты внедрения методического сопровождения в учебный процесс.

Работа состоит из введения, основной части из трех разделов, заключения и списка использованных источников.

Во **введении** обоснована актуальность выбранной темы.

В **первом** разделе приведены необходимые теоретические сведения по магнитным свойствам вещества.

Второй раздел содержит описание серии экспериментов, подтверждающих положения теории.

В **последнем** разделе приведены результаты педагогического эксперимента по использованию разработанного методического пособия на занятиях в школе и колледже.

В **заключении** обсуждаются результаты проделанной работы, и даётся им оценка.

Основная часть

В первом разделе работы представлены необходимые теоретические сведения для понимания последующего материала. Изложение начинается с обсуждения первых попыток толкования природы магнетизма. Они принадлежат Андре Мари Амперу и в его честь названы «гипотезой Ампера». Согласно этой гипотезе, свойства постоянных магнитов обусловлены циркулирующими в них одинаково направленными незатухающими **«молекулярными» токами**.

Современная же теория магнетизма установила, что магнетизм вещества обусловлен тремя факторами:

- орбитальным движением электронов вокруг ядер атомов;
- собственным, или спиновым, моментом электронов;
- собственным, или спиновым, моментом атомных ядер.

Далее по ходу первого раздела выпускной работы рассказывается о магнитных свойствах атомов: даются понятия таким физическим величинам как **вектор намагничивания, магнитная восприимчивость магнетика, относительная магнитная проницаемость среды, орбитальный магнитный момент**.

По результату воздействия внешнего магнитного поля на вещества проводится их классификация на **диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики**.

Диамагнитный эффект заключается в намагничивании вещества навстречу направлению действующего на него внешнего магнитного поля, что приводит к его ослаблению. Диамагнетиками могут быть как твердые вещества, так и жидкости, и даже газы. К ним относятся: парафин, золото, цинк, медь, висмут, азот, молекулярный водород и некоторые органические и неорганические соединения.

Впервые диамагнетизм наблюдал в 1778 году голландский ученый Антон Бругманс. Он обнаружил, что такие материалы, как висмут и сурьма, внесенные в область действия внешнего магнитного поля, выталкиваются из него. Сам

термин является сочетанием двух слов: *диа* – по-гречески означает расхождение (в данном случае силовых линий) и *магнетизм*.

Парамагнетики состоят из атомов, у которых результирующий магнитный момент не равен нулю. В отсутствие внешнего поля эти моменты ориентированы хаотически и поэтому вещество в целом не проявляет магнитных свойств. При внесении парамагнетика в магнитное поле он намагничивается, создавая собственное магнитное поле, совпадающее по направлению с внешним и поэтому его усиливающее. Указанный эффект называется *парамагнитным*.

Особый класс магнетиков образуют вещества, способные сохранять намагниченность в отсутствие внешнего магнитного поля. По названию наиболее распространенного из таких веществ – железа (*ferrum*) они получили название ферромагнетиков. Ферромагнетики являются сильномагнитными веществами. Их намагниченность в огромное (до 10^{10}) число раз превосходит намагниченность диа- и парамагнетиков. В отличие от слабомагнитных материалов, намагниченность которых линейно зависит от напряженности внешнего магнитного поля, в поведении ферромагнетиков наблюдается явление сравнительно быстрого *насыщения* намагниченности. В ферромагнетиках наблюдается явление *гистерезиса*, то есть запаздывание индукции магнитного поля по отношению к напряженности намагничивающего поля. Вследствие гистерезиса возникает *остаточная намагниченности*, благодаря которой появились постоянные магниты.

Для каждого ферромагнетика имеется определенная температура T_c , при которой области спонтанного намагничивания распадаются и вещество утрачивает ферромагнитные свойства. Эта температура называется *точкой Кюри*.

Существует еще один особый тип магнетиков – *ферримагнетики*. Это материалы, которые имеют доменную структуру, состоящую из двух или более подрешеток, связанных антиферромагнитно (антипараллельно). Подрешетки в них образованы атомами (ионами) различных химических элементов или неодинаковым их количеством. Природным ферримагнетиком является *магне-*

тит – $FeO \cdot F_2O_3$. В отличие от ферромагнетиков, они имеют **высокое значение удельного сопротивления, но меньшую величину индукции насыщения.**

С целью продемонстрировать прикладной аспект излагаемого материала рассмотрены сферы использования магнетиков и, прежде всего, постоянных магнитов.

Постоянные магниты из современных материалов находят широчайшее применение в различных областях науки, техники, народного хозяйства и, традиционно, в медицине. Все чаще их начали изготавливать из ферритов.

Использование ферритов для изготовления постоянных магнитов далеко не исчерпывает их возможности. В ходе работы рассматривалось также применение ферритов в оперативной памяти, а также применение магнитомягких ферритов для изготовления сердечников для катушек индуктивности и трансформаторов.

Второй раздел выпускной работы содержит в себе экспериментальную базу, позволяющую расширить и углубить знания о природе магнетизма. Были предложены исследования различного уровня сложности, в том числе и такие, которые потребовали разработки оригинальных схем для опытов и самостоятельного изготовления ряда устройств. При этом основной акцент сделан на изучении насыщения ферритмагнетиков: исследований, подтверждающих наличие этого явления, и анализа его влияния на работу радиотехнических устройств.

Первым из таких опытов состоял в подтверждении возникновения насыщения. В качестве испытуемого объекта был выбран ферритовый магнитопровод типа *ETD29*. Приятное решение продиктовано такими соображениями: во-первых, по сравнению с классическими ферромагнетиками ферриты входят в насыщение при сравнительно малых полях (не более 300 мТ), что существенно упрощает проведение эксперимента. Во-вторых, обучение не должно плестись в хвосте научно-технического прогресса, и поэтому учащихся следует знакомить с современными магнитными материалами, обладающими широкими возможностями, которыми ферриты и являются. Далее, выбранный сердечник поз-

воляет использовать для катушки цилиндрический каркас, более простой в изготовлении. И, наконец, малые габариты *ETD29* позволяют обойтись без громоздких магнитных систем для создания внешних насыщающих полей.

Эксперимент проводился по следующей схеме. Сначала катушку без сердечника помещают в зазор магнитопровода электромагнита, присоединяют к ней последовательно резистор и на это соединение подают переменное напряжение от генератора. Далее вольтметром определяются падения напряжений на катушке и резисторе. Затем катушку извлекают из зазора электромагнита, помещают внутрь её ферритовый сердечник и снова устанавливаю на прежнее место. Увеличивая ток электромагнита, следует добиться практически такого же распределения падений напряжений на катушке и резисторе, как и без сердечника. Такое возможно только когда магнитная проницаемость феррита стала близка к единице, то есть произошло его насыщение.

Второй опыт касается режима работы трансформатора. Возникновение насыщения его магнитопровода приводит к сильным искажением выходного сигнала. Это объясняется тем, что когда по первичной обмотке протекают переменные токи, которые начинают «заходить» в область насыщения, индукция и, следовательно, магнитный поток Φ в сердечнике будет ограничиваться. При этом, несмотря на рост тока первичной обмотки ЭДС вторичной обмотки будет близка к нулю.

Для демонстрации указанного явления на синусоидальном токе был изготовлен трансформатор на том же сердечнике *ETD29*, первичная обмотка которого содержала 300 витков, а вторичная – 88 витков. Оказалось, что на частоте 50 Гц уже при малом напряжении первичной обмотки, сигнал на выходе трансформатора по своей форме стал сильно отличается от синусоидальной.

Следовательно, представляется важным предварительно определить величину силы тока, соответствующего началу насыщения магнитных материалов, которые либо уже вошли в состав радиоэлементов, либо будут в них использованы. Это особенно важно в случаях больших мощностей переменного

тока или (и) когда в цепях присутствует постоянная составляющая тока. С этой целью была изготовлена приставка к осциллографу, электрическая принципиальная схема которой приведена на рисунке 1.

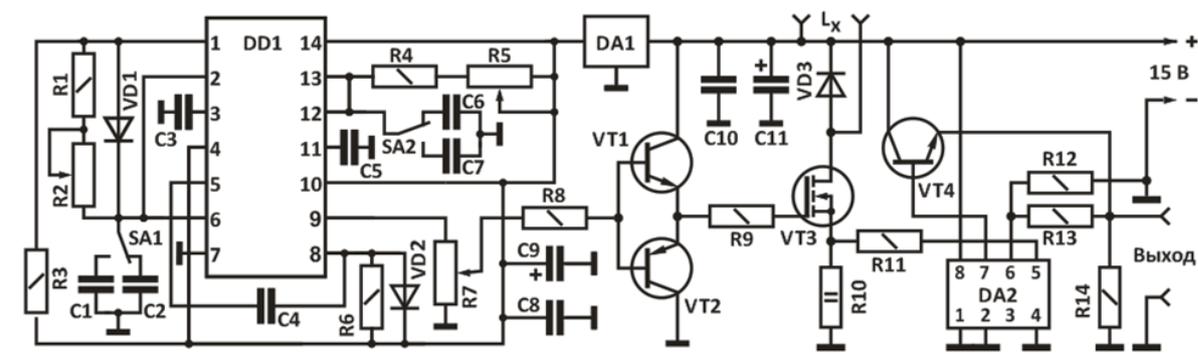


Рисунок 1 – Схема приставки для определения величины тока насыщения

Эксперимент проводился с катушкой, состоящей из 800 витков провода с сердечником *ETD29*. О возникновении насыщения сердечника свидетельствует появление излома на осциллограмме выходного сигнала (см рис. 2).

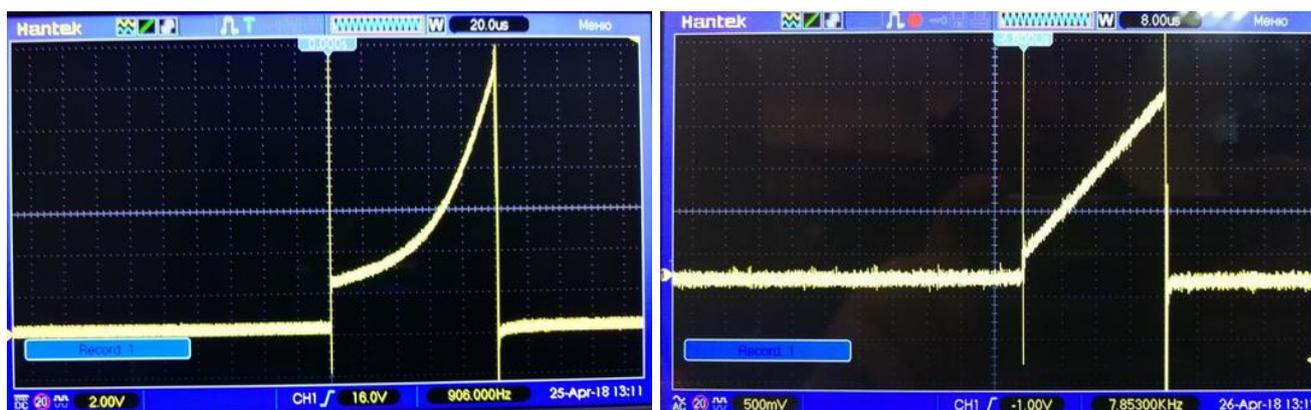


Рисунок 2 – Слева – осциллограммы при насыщении, справа – насыщение отсутствует

Для того чтобы оценить величину тока насыщения I_H , нужно по осциллограмме определить напряжение, при котором оно наблюдается, а затем, используя закон Ома, по известному номиналу резистора R_{10} вычислить I_H .

Опыт, проведенный с использованием LC –генератора высокой частоты позволил убедиться в том, что внешние магнитные поля могут в широких пределах изменять величину относительной магнитной проницаемости μ ферритов. Схема измерительного генератора дана на рисунке 3. Оказалось, что при воздействии на ферритовый сердечник катушки L_1 колебательного контура с

помощью магнита от компьютерного «винчестера», разобранный по причине выхода из строя, частота генератора изменялась более чем в три раза – от 1,45 МГц до 5,92 МГц. Полученный результат говорит о том, что наблюдаемый эффект достаточно «сильный». Значит, вполне можно предположить, что, создавая переменным током магнитное поле соленоида с размещенной внутри него катушкой колебательного контура с ферритовым сердечником, можно реализовать частотную модуляцию сигналов.

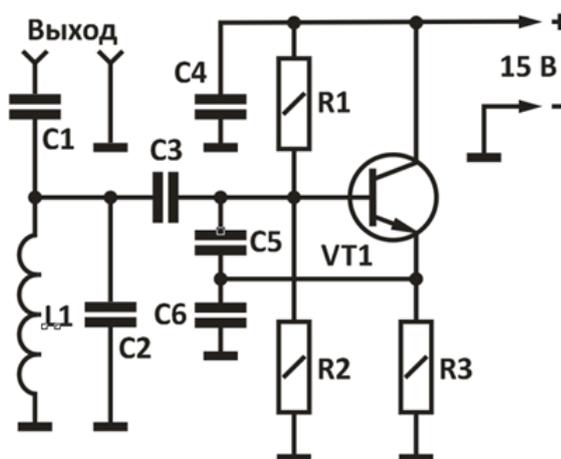


Рисунок 3 – Схема измерительного генератора

В третьем разделе описаны результаты апробации разработанного методического сопровождения в учебных заведениях. Педагогический эксперимент описанный в этой части состоял из констатирующей и формирующей части. Констатирующая часть включала выявление исходного уровня знаний учащихся по выбранной теме, а также анкетирование учителей-предметников. Она была проведена согласно всем требованиям педагогической диагностики. Определение исходного уровня знаний и умений по заданной теме на констатирующем этапе осуществлялось с помощью основополагающих вопросов, включённых в разработанное авторское тестирование. Вопросы составлялись в соответствии с понятиями, выделенными в теоретической части методического сопровождения. Полученные результаты и их анализ позволили указать на то, что у большинства участников тестирования уровень знаний по теме «Магнитные свойства вещества» соответствует низкому уровню. Значительно меньшая часть учащихся находится на среднем уровне, а на высоком – только единицы. Такое

положение дел можно объяснить, прежде всего, недостатком времени, отведенному в программах школьного и среднего профессионального образования на изучение природы магнитных явлений, что заставляет учителя объяснять эту тему лишь поверхностно.

Основной целью формулирующего этапа педагогического эксперимента явилось получение сведений по выходному уровню знаний учащихся в результате внедрения составленного методического сопровождения. В результате общения с учителями по физике и электротехники, на базе настоящей методической разработки был сформирован теоретический и экспериментальный материал полезный при проведении занятий в школах и колледже, который внедрялся в учебный процесс образовательного учреждения.

На основании полученной после повторного тестирования информации можно заключить, что среди участников педагогического эксперимента уровень знаний по теме «Магнитные свойства вещества» в результате внедрения в учебный процесс адаптированного методического сопровождения заметно повысился. Об этом свидетельствуют диаграмма, представленная на рисунке 4. Ученики выполняли задания максимально верно и развернуто. Важно отметить, что, судя по вопросам, которые дети задавали на уроках, у них появился интерес к расширению своего кругозора.

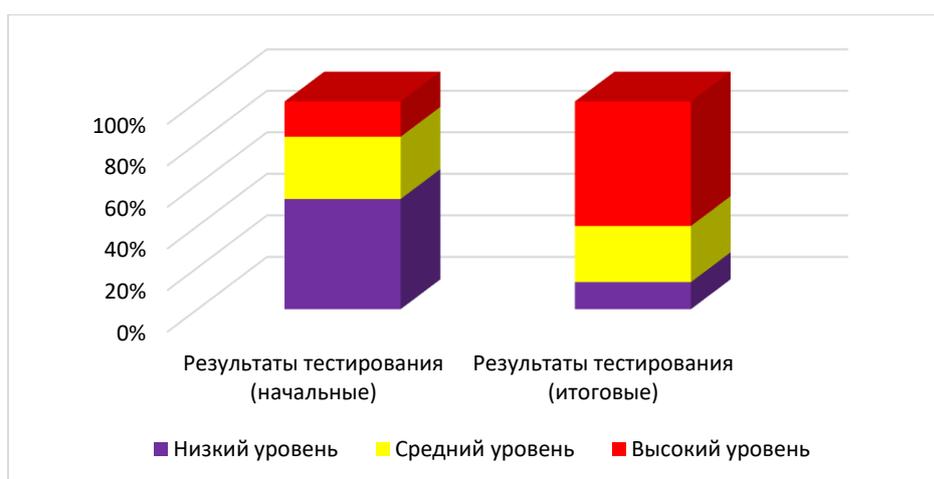


Рисунок 4 – Результаты внедрения методического сопровождения в колледже радиоэлектроники

Таким образом, разработанное методическое сопровождение имеет право на существование. При его создании были использованы материалы опубликованных научных статей и методического пособия «Исследования явления насыщения ферромагнитных материалов», в подготовке которых принимал участие и автор настоящей выпускной квалификационной работы.

Заключение

В *заключении* подведём итог проделанной работе и обсудим её результаты.

В первой главе содержатся теоретические сведения по теме «Магнитные свойства вещества», позволяющие уяснить природу магнитных свойств материи. На этой основе проведена классификация магнетиков. Большое внимание уделено описанию явления насыщения намагниченности ферро- и ферримагнетиков.

Даны примеры использования магнетиков в науке, технике и повседневной жизни, демонстрируя тем самым тесную связь науки с практикой. Подобные сведения могут мотивировать стремление к учебе, расширению своего кругозора.

Поскольку, как уже отмечалось, изучение данной темы вызывает объективные трудности, максимальное внимание было уделено тому, чтобы уровень представления теоретического материала, был доступен для учащихся.

Во втором разделе настоящей работы предложена и описана серия экспериментов разной степени сложности, подтверждающих положения теории. Такой подход облегчения их адаптацию в зависимости от направленности обучения. Постановка большей части опытов предполагает использование только традиционного оборудования школьного физического кабинета.

Для изучения явления насыщения и его влияния на работу электромагнитных устройств разработаны оригинальные схемы экспериментов и специальных устройств.

В завершающем третьем разделе представлены результаты апробации разработанного методического сопровождения в учебных заведениях. С целью

оценки его эффективности был проведён педагогический эксперимент, состоящий из двух частей констатирующей и формирующей.

Констатирующая часть включала в себя выявление исходного уровня знаний по выбранной теме, а также анкетирования учителей-предметников на предмет их заинтересованности во внедрении в учебный процесс предлагаемого материала.

На формирующем этапе педагогического эксперимента были получены сведения по выходному уровню знаний учащихся в результате использования в учебном процессе настоящей разработки. Это было сделано при помощи авторского тестирования, содержащего основополагающие вопросы, составленные на основе теоретической части методического сопровождения.

Основываясь на всех полученных после тестирования данных и последующего их анализа вполне можно сделать вывод о том, что среди участников педагогического эксперимента уровень знаний по теме «Магнитные свойства вещества» заметно повысился. Отсюда можно заключить что разработанное методическое сопровождение оказалось полезным. Таким образом, гипотеза выпускной квалификационной работы полностью подтверждена.

Список использованных источников

1. Гипотеза Ампера – FizikaKlass.ru. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fizikaklass.ru/fizika-11-klass/elektrodinamika/8445.html>, свободный (Дата обращения: 01.03.19)
2. Магнитная проницаемость. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://msk.edu.ua/ivk/Fizika/Konspekt/Magnitnaya_pronitsayemost.php, свободный (Дата обращения: 01.03.19)
3. Общие сведения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/5656983/>, свободный (Дата обращения: 02.02.19)
4. Электричество и магнетизм. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://online.mephi.ru/courses/physics/electricity/data/course/7/7.5.html>, свободный (Дата обращения: 05.03.19)
5. Ферромагнетики. Домены. Гистерезис. Точка Кюри. Спиновая природа ферромагнетизма. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/6231205/page:8/>, свободный (Дата обращения: 27.03.20)
6. Иродов, И.Е. Основные законы электромагнетизма, [Текст]/ И.Е. Иродов. – М.: Высш. шк., 1991. – 287 с.
7. Диамагнетики – Википедия. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Диамагнетики>, свободный (Дата обращения: 10.03.18)
8. Савельев И.В. Курс общей физики. Том 2. Электричество и магнетизм [Текст] / И.В. Савельев. – Спб.: Лань, 2011. – 352 с.
9. Парамагнетики – Википедия. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Парамагнетики>, свободный (Дата обращения: 10.03.20)
10. Ферромагнетики и их свойства. Магнитный гистерезис. Домены. Применение ферромагнетиков. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/5443504/page:28/>, свободный (Дата обращения: 10.03.20)

11. Понятие и назначение ферромагнетиков, их характерные свойства. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tutoronline.ru/blog/ponjatie-i-naznachenie-ferromagnetikov-ih-harakternye-svoystva>, свободный (Дата обращения: 02.02.20)
12. Ильин, В.А. Технология изготовления печатных плат, [Текст] / В.А. Ильин. – М.: Просвещение, 1984. – 85 с.
13. Антиферромагнетики и ферриты. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://studopedia.su/5_24195_antiferromagnetiki-i-ferriti.html, свободный (Дата обращения: 02.04.19)
14. Постоянные магниты. Магнитное поле постоянных магнитов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://interneturok.ru/physics/8-klass/belektricheskie-yavleniyab/postoyannye-magnity-magnitnoe-pole-postoyannyh-magnitov-magnitnoe-pole-zemli>, свободный (Дата обращения: 03.02.19)
15. Алешкевич, В.А. Электромагнетизм, [Текст]/ В.А. Алешкевич. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 404 с.
16. Тюшев, А.Н. Курс лекций по физике. Часть 2. Электричество и магнетизм: Учеб. Пособие, [Текст]/ А.Н. Тюшев. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 150 с.
17. Что такое феррит? Свойства, применение, производство. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tvoi-uvellir.ru/chto-takoe-ferrit-svoystva-primeneniye-proizvodstvo-i-sena-ferrita/>, свободный (Дата обращения: 21.03.19)
18. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики, Электричество и магнетизм, Том 2, [Текст]/ Г.С. Ландсберг. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 480 с.
19. Гаманюк В.Б., Шалыгин И.А. и др. Использование конденсаторов большой емкости в учебном эксперименте // Инновации и рискологическая компетентность педагога: Сборник научных трудов. В 2 ч. Ч. 1, [Текст]/ В.Б. Гаманюк, И.А. Шалыгин. – Саратов: Саратовский источник, 2020. – с. 148-151
20. Гаманюк, В.Б. Цепи переменного тока, [Текст]/ В.Б. Гаманюк. – Саратов: Центр «Просвещение», 2014. – 82 с.
21. Кислицын, А.Л. Трансформаторы: Учебное пособие по курсу «Электромеханика», [Текст]/ А.Л. Кислицын. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 76 с.

22. Гаманюк В.Б., Недогреева Н.Г., Шалыгин И.А. Экспериментальные исследования явления насыщения ферромагнетиков // Сборник научных трудов. В 2 ч. Ч. 1, [Текст]/ В.Б. Гаманюк, Н.Г. Недогреева, И.А. Шалыгин. – Саратов: Изд-во СРОО «Центр «Просвещение», 2018. – с. 71-74.
23. Экспериментальное определение параметров сердечника. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru-radio-electr.livejournal.com/729098.html>, свободный (Дата обращения: 01.04.19)
24. Определение тока насыщения катушек индуктивности с магнитопроводами. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://nice.artip.ru/opredelenie-toka-nasyshcheniya-katushek-induktivnosti-s-magnitoprovodami>, свободный (Дата обращения: 02.04.19)
25. Гаманюк В.Б., Шалыгин И.А. О методе определения тока насыщения магнетиков в курсе профильной школы // Инновационное профессиональное образование: проблемы, поиски, решения: Сборник научных трудов Пятнадцатой Международной заочной научно-методической конференции: В 2 ч. Ч. 1, [Текст]/ В.Б. Гаманюк, И.А. Шалыгин. – Саратов: Изд-во СРОО «Центр «Просвещение», 2019. – с. 127-130.
26. Шалыгин, И.А., Гаманюк В.Б. и др. Об определении тока насыщения для индуктивностей с сердечниками // Инновации и рискологическая компетентность педагога: Сборник научных трудов. В 2 ч. Ч.1, [Текст]/ И.А. Шалыгин, В.Б. Гаманюк и др. – Саратов: Саратовский источник, 2020. – с. 280-282.
27. Микросхема 555 практическое применение. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sxem.org/2-vse-stati/51>, свободный (Дата обращения 12.02.2020).
28. Демирчян, К.С. Теоретические основы электротехники, [Текст] / К.С. Демирчян. – М.: Просвещение, 2001. – 445 с.
29. Якубов, В.П. Электродинамика: Учебное пособие, [Текст]/ В.П. Якубов. – Томск: НТЛ, 2006. – 148 с.
30. Ингенкамп, К. Педагогическая диагностика: Перевод с немецкого, [Текст] / К. Ингенкамп. – М.: Педагогика, 1991. – 240 с.

31. Каменецкий, С.Е., Пурышева, Н.С. Теория и методика обучения физики в школе: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений, [Текст]/ С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.

32. Федеральный государственный образовательный стандарт. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://standart.edu.ru>, свободный (Дата обращения: 04.04.19)

33. Селевко, Г.К. Современные образовательные технологии, [Текст]/ Г.К. Селевко. - М., 1998. - 256 с.


(05.06.2020)