

Резак Елена Владимировна

DOI 10.31483/r-75444

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ПО ФИЗИКЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ» В 8 И 9 КЛАССАХ

***Аннотация:** актуальность изучения темы «Электромагнитные явления» заключается в широкой реализации данного научного направления в различных сферах человеческой деятельности. В работе приводится анализ содержания материала учебников различных авторов, историческая справка, теоретическая и практическая составляющие, необходимые для изучения электромагнитных явлений по физике учениками 8–9 классов. Рассмотрены возможности учебного материала для формирования научного мировоззрения и развития физического мышления школьников. Установлены межпредметные и внутрипредметные связи учебного материала с другими темами (по физике) и дисциплинами.*

***Ключевые слова:** электромагнитные явления, электромагнитная индукция, физический эксперимент, абстрактное мышление школьников, физическое мышление школьников.*

***Abstract:** the relevance of the study of the topic “Electromagnetic phenomena” lies in the widespread implementation of this scientific direction in various spheres of human activity. A content analysis of the various authors’ textbooks, historical background, theoretical and practical components necessary for studying electromagnetic phenomena in physics by pupils of 8–9 grades are defined. The possibilities of education material for formation of scientific worldview and development of physical thinking in schoolchildren are considered. There are intersubject and intrasubject communications of education material with other topics (in physics) and disciplines.*

***Keywords:** electromagnetic phenomena, electromagnetic induction, physical experiment, abstract thinking of schoolchildren, physical thinking of schoolchildren.*

В процессы, происходящие в современном обществе, изменение роли человека в обществе, находят свое отражение в образовательной политике. Так закон Российской Федерации от 2012 года требует реализации в образовательном процессе принципов: демократизации, гуманизации и дифференциации [3], а модернизации российского образования ориентируется на: изменение содержания образования в сторону приобретения фундаментальных умений; направленность на профильное обучение и получение практических навыков; использование современных информационных и компьютерных технологий и так далее [5]. В том числе меняется роль учителя в образовательном процессе, так как он должен являться не только носителем информации, но и организатором активной учебной деятельности.

Актуальность изучения темы «Электромагнитные явления» заключается в широкой реализации данного научного направления в различных сферах человеческой деятельности, таких как техника, медицина, компьютерные технологии, а также современные направления ее развития. Изучение процесса совершенствования учебно-воспитательного процесса на уроках физики при изучении темы «Электромагнитные явления» способствуют модернизации педагогической технологии взаимодействия учителя и учащихся. В связи с этим целью исследования является выявление особенностей организации взаимодействия учителя с учащимися в учебном процессе при изучении темы «Электромагнитные явления». Таким образом, для реализации поставленной цели необходимо рассмотреть содержание темы, провести научно-методический анализ материала, определить возможности учебного материала для формирования научного мировоззрения, рассмотреть физический эксперимент и исследовать межпредметные и внутрипредметные связи.

Материал темы «Электромагнитные явления» имеет исключительно большое научное и практическое значение. В данной теме учащиеся впервые знакомятся со свойствами нового для них вида материи – магнитным полем. Формирование понятия поля играет существенную роль в развитии научного мировоззрения учащихся, а начало данного формирования закладывается в теме «элек-

трические явления» при изучении действий электрического тока на цепь. При дальнейшем изучении этой темы обобщаются и развиваются представления учащихся об электрическом и магнитном полях, устанавливается взаимосвязь между этими полями.

Тема закладывает представление о том, что электрическое и магнитное поля есть частные случаи проявления единого электромагнитного поля.

Электромагнитные явления рассматриваются в 8 и 9 классах. В 8 классе тема базируется на возникновении магнитного поля вокруг электрического тока, протекающего по проводнику любой формы. После чего рассматривается магнитное поле: прямого тока, катушки с током, постоянного магнита, Земли; его магнитные линии различных магнитов. В конце рассматривается действие магнитного поля на проводник с током, вращение проводника в магнитном поле – на чем основан принцип действия электродвигателя. Тематика изучения материала представлена на рисунке 1.

В 9 классе изучается явление электромагнитной индукции, которое входит в состав темы «электромагнитное поле», здесь рассматривают уже появления индукционного тока, за счет изменения магнитного потока (введенного ранее в теме «Электромагнитное поле»), рассматриваются магнитные линии, определяется направление индукционного тока, а так же изучается явление возникновения электрического поля за счет изменения магнитного поля (изменяющееся магнитное поле порождает возникновение электрического поля, которое порождает магнитное поле и т. д, хотя в 8 классе рассматривалось лишь возникновение магнитного поля вокруг проводника с током), вводится понятие электромагнитного поля содержащего электрическую и магнитную составляющие [7; 9; 11; 13].

Теоретический материал в обязательном порядке сопровождается демонстрацией опытов великих ученых.

Тематика изучения материала представлена на рисунке 2.

Знания, полученные учениками в 8 и 9 классах, лягут в основу более глубокого и тщательного изучения электромагнитной индукции в курсе 11 класса.

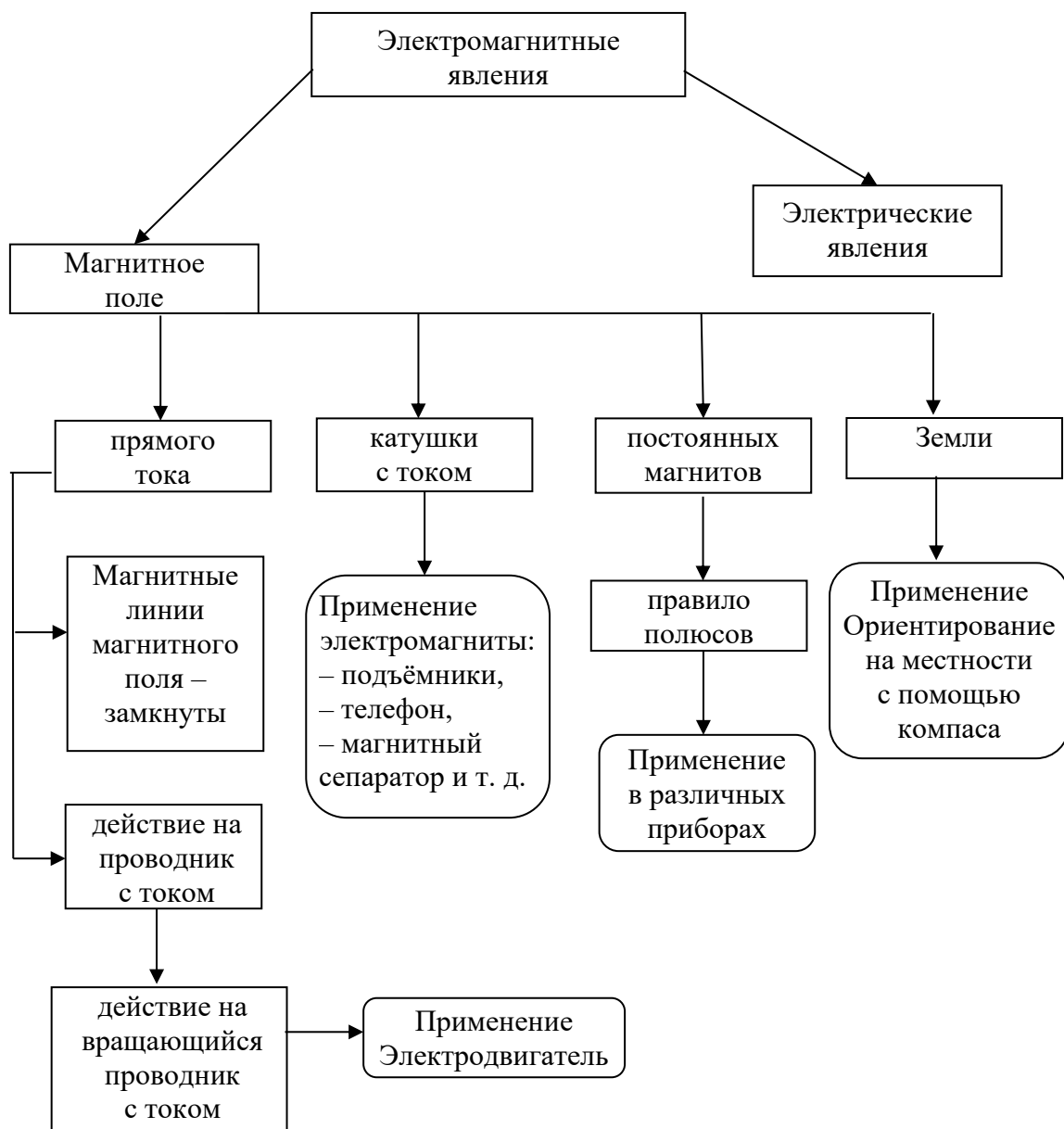


Рис. 1. Тематика изучения материала
темы «Электромагнитные явления» в 8 классе

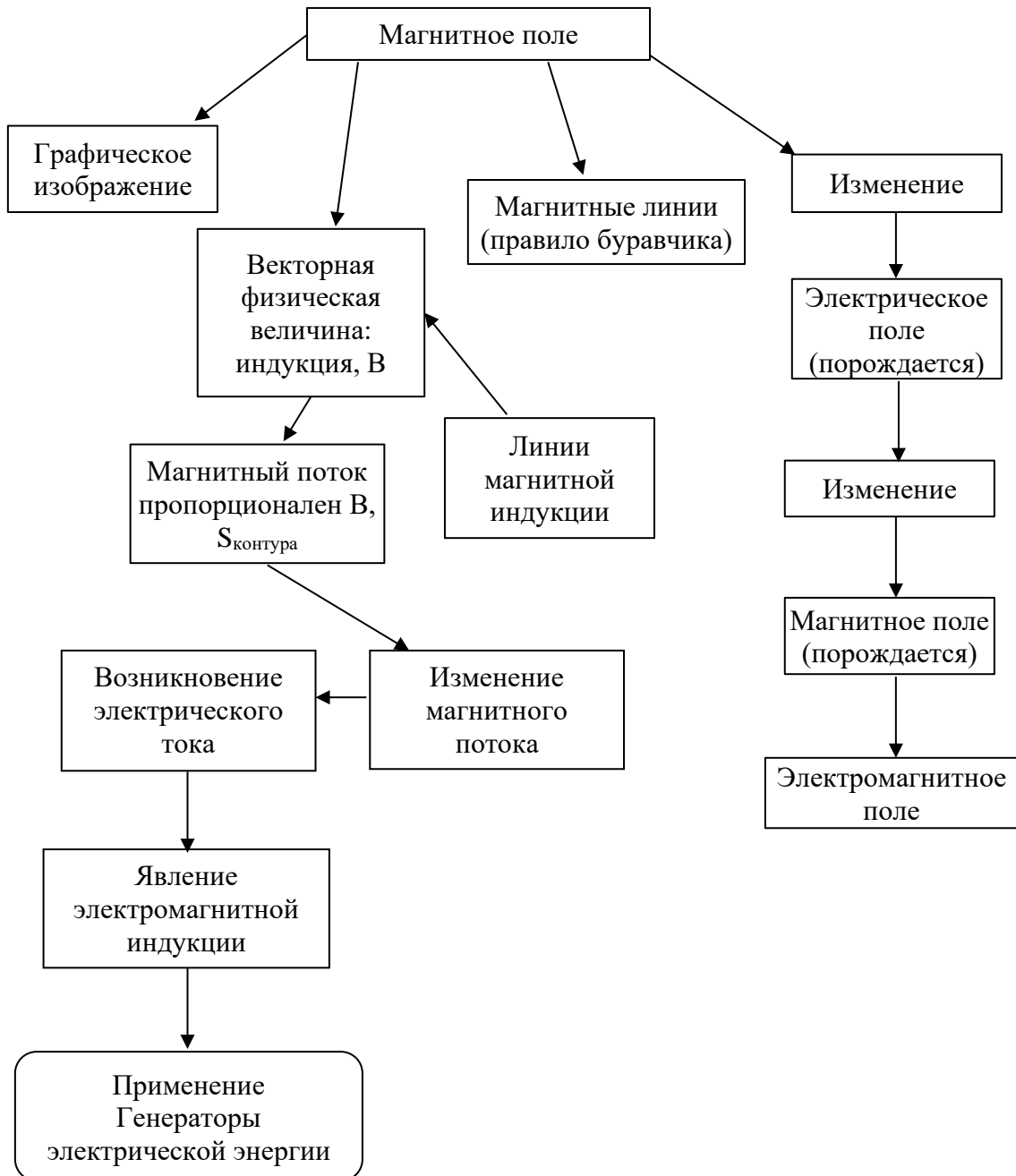


Рис. 2. Тематика изучения материала темы в 9 классе

Краткая историческая справка.

Установление связи между электричеством и магнетизмом принадлежит датскому ученому Хансу Христиану Эрстеду (1777–1851). 15 февраля 1820 года на лекции Эрстед демонстрировал опыт по нагреванию проводника током. Вблизи установки находилась магнитная стрелка, и кто-то из наблюдательных студентов обратил внимание, что при прохождении тока стрелка поворачивалась. После тщательного изучения обнаруженного эффекта Эрстед опубликовал

о нем сообщение. В свою очередь, это открытие вызвало сенсацию в научных кругах [1].

В августе того же года, через несколько дней после сенсационной публикации, опыт воспроизводится на женевском съезде естествоиспытателей, в котором участвовал французский физик Доминик Франсуа Жан Араго. А уже 11 сентября он ставит опыт Эрстеда самостоятельно на заседании Французской академии, за которым наблюдает профессор Андре Ампер (1775–1836), что, в свою очередь, приводит к его докладу по этой теме на заседании академии – 18 сентября 1820 года. В своем докладе Ампер выдвигает мысль о том, что поскольку ток вызывает ориентацию магнитной стрелки, то и ориентация стрелки компаса под действием земного магнетизма вызвана токами, текущими в земле с востока на запад. Но тогда логично предположить, что и магнитное действие постоянного магнита обусловлено существованием круговых токов, циркулирующих в магните в плоскостях, перпендикулярных его оси. А тогда взаимодействие магнитов есть, по сути дела, взаимодействие циркулирующих в них «молекулярных токов», то есть ток должен действовать на ток. Однако эта идея нуждалась в экспериментальном обосновании, которое осуществлялось на протяжении с 18 по 25 сентября. И 25 сентября 1820 года профессор Андре Ампер продемонстрировал свои знаменитые опыты:

– спираль с током действует на магнитную стрелку точно так же, как и полосовой магнит;

– спираль ориентируется в магнитном поле Земли подобно стрелке компаса, а две спирали взаимодействуют как полосовые магниты.

Ампер вывел формулу для расчета силы взаимодействия двух элементов тока. Эта формула легла в основу определения взаимодействия сил конечных проводников с током любой конфигурации. Таким образом был сделан ещё один шаг по пути к понятию поля – установлена связь электричества и магнетизма. Но факт того, что ньютоновская программа поиска математических законов сил без выяснения механизма их действия реализовалась в результате установления законов Кулона, Ампера и Био-Савара-Лапласа, еще более

укрепляя принцип дальнего действия. А вихри материи, которые якобы циркулируют вокруг проводника с током и поворачивают стрелку, электрические и магнитные атмосферы вокруг магнитов и токов, были гипотезами, без которых можно было обойтись [1].

Выдвижение идеи поля относится к Майклу Фарадею (1791–1867). Так в 1825 году им высказывается мысль о том, что если ток действует на магнит, то и сам ток должен испытывать противодействие со стороны магнита, но изменение тока в катушке при введении в неё магнита не обнаруживалось. Фарадей узнает об открытии Джозефом Генри усиления магнетизма при использовании многослойной обмотки, руководствуясь чем, использует в своих исследованиях не прямые проводники, а катушки с намотанными на них проводниками.

Опыты продолжаются. В августе 1831 года при замыкании цепи токов одной из катушек, стрелка гальванометра, включенного в цепь другой катушки, отклоняется, а затем вновь возвращается в исходное положение, хотя по первой катушке ток продолжал идти. В сентябре Фарадей проводит опыты по возбуждению тока в катушке, при манипулировании постоянным магнитом. В результате чего приходит к выводу о том, что электрическая волна (или ток) возникает только при движении магнита, а не в силу своих, присущих ему в покое качеств. И уже в октябре Фарадей получает индукционный ток.

На основании теоретических изысканий по объяснению явления электромагнитной индукции, рассмотрению электрических и магнитных процессов, происходящих в веществе под влиянием заряженных тел и магнитов, Фарадея приходит к выдвижению идеи близкодействия, которая в дальнейшем будет реализована в идее существования поля.

Необходимо отметить, что хотя Фарадей и не сформулировал четкого понятия «поля», но суть всех его выдвинутых теорий сводится к тому, что все взаимодействия осуществляются посредством особой материальной среды, передающей за конечное время процесс взаимодействия зарядов и токов, «материя присутствует везде и нет промежуточного пространства, не занятого ею».

Рассмотрим основные возможности учебного материала для формирования научного мировоззрения учащихся. Так научное значение темы заключается в том, что при ее изучении учащиеся знакомятся с новым видом материи – магнитным полем, а также:

- различными видами магнитного поля (магнитным полем прямого тока, катушки с током, постоянных магнитов различной формы, Земли);
- явлением электромагнитной индукции;
- понятием индукционного (наведенного) тока правилом одноименных и разноименных полюсов [6–13].

Углубляется представление учащихся о токе в проводнике, который представляет собой упорядоченное движение электронов (заряженных частиц), здесь ток носит название индукционного. Рассматривается магнитное действие проводника с током на прямой проводник, катушку. Основным понятием этой темы является понятие магнитного поля, магнитных линий магнитного поля, электромагнита, электромагнитной индукции.

С другой стороны, мировоззренческое значение заключается в необходимости, при изучении данной темы, убедить учеников в реальности существования нового вида материи – магнитного поля, которое появляется вокруг проводника с электрическим током, а так же, что магнитное поле возникает вокруг проводника любой формы, то есть, магнитное поле существует вокруг движущихся электрических зарядов. Помимо этого, при изучении электромагнитной индукции показывают, что не только электрический ток может порождать магнитное поле, но и за счет изменения магнитного поля может появиться ток.

Тема «Электромагнитные явления» предоставляет ученикам возможность развивать свое физическое мышление по средством анализа мысленных опытов в учебнике по распределению магнитных линий магнитов разной формы и катушек с разным числом витков, а также проводя логическое исследование теории электромагнитных явлений и анализ рисунков и схем установок для опытов. Это становится возможным за счет анализа демонстрационных опытов:

– опыт Эрстеда – приводит к мысли о существовании вокруг проводника с электрическим током магнитного поля [6; 8; 12];

– опыт о движении прямого проводника с током в магнитном поле – направлении движения проводника зависит от направления тока в нем и от расположения полюсов магнита [6; 10];

– опыты Фарадея – по явлению электромагнитной индукции показывают ток возникает за счет изменения магнитного потока, пронизывающего контур в магнитном поле [12].

К политехническому значению изучения темы «Электромагнитные явления» можно отнести следующее. Учащиеся знакомятся с устройством и принципом действия электродвигателя, с устройством электрических измерительных приборов. Узнают, что на основе электромагнитных явлений разработано множество приборов, применяющихся в технике, быту, медицине, исследованиях [6; 8; 10; 12] К ним относятся:

– электромагниты (приспособления для поднятия грузов, магнитный сепаратор для зерна, электромагнитные аппараты);

– магнитные линии – компас, электрический двигатель;

– электромагнитная индукция – генераторы электрической энергии.

Помимо изучения теоретического материала учебника учителю необходимо продемонстрировать различные физические эксперименты, как в живую (на экспериментальной установке), так с помощью электронных демонстрационных материалов к учебнику (видео эксперимент) или по средством симуляции эксперимента в виртуальной лаборатории.

По тематическому и поурочному планированию для данной темы предусматриваются следующие опыты. В 8 классе:

– расположение магнитных стрелок вокруг прямого проводника и катушки с током [2; 4; 14];

– расположение железных опилок вокруг катушки с током; способы изменения магнитного действия катушки с током; взаимодействие катушки и магнита;

- модели электромагнитного реле, звонка;
- картины магнитных полей постоянных магнитов;
- намагничивание железа в магнитном поле;
- движение прямого проводника и рамки с током в магнитном поле.

А уже в 9 классе – электромагнитная индукция [4; 15]. Рассмотрим подробнее некоторые из них.

Расположение магнитных стрелок вокруг прямого проводника с током.

Приборы: батарея аккумулятора, реостат (на 300 Ом, 5 А); ключ; демонстрационный амперметр, магнитная стрелка, соединительные провода. Схема опыта представлена на рисунке 3 [12].

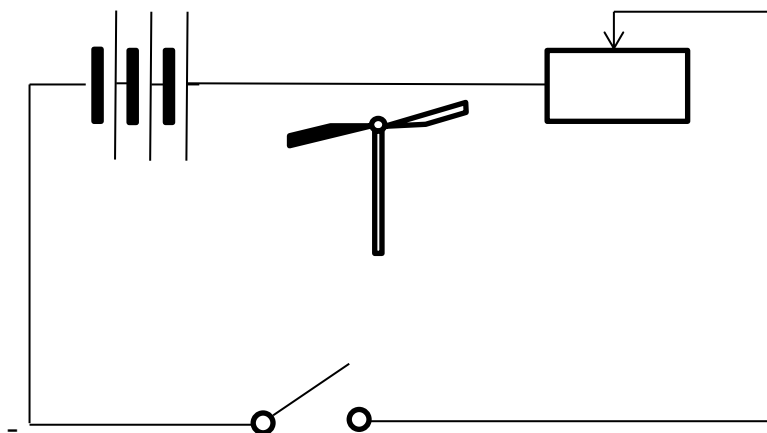


Рис. 3. Взаимодействие проводника с током и магнитной стрелки

Вначале прибор располагают так, чтобы провод был параллелен магнитной стрелке, ориентированной с севера на юг (вдоль магнитного меридиана Земли). При пропускании по проводнику тока (2–3 А), магнитная стрелка отклоняется, на основе чего формулируют следующий вывод: «Вокруг проводника с током образуется магнитное поле, оно и действует на магнитную стрелку; магнитное поле связано с движущимися электрически заряженными частицами».

Действие магнитного поля по проводнику с током.

Приборы те же что использованы в предыдущем опыте, добавляется дугообразный магнит, внутрь которого помещается проводник. При пропускании тока по проводнику проводник движется между полюсами дугообразного маг-

нита. В зависимости от направления тока изменяется и направление движения проводника.

Расположение магнитных стрелок вокруг прямого проводника с током.

Приборы те же что использованы в предыдущем опыте, магнитные стрелки, которыми становятся железные опилки в магнитном поле.

Опыт №3 отличается от опыта №2, положением проводника. В данном опыте проводник проходит сквозь лист картона, на который насыпан тонкий слой железных опилок, после включения тока, опилки слегка встряхивают. Под действием магнитного поля железные опилки располагаются вокруг проводника не беспорядочно, а по концентрическим окружностям. В результате данного опыта делают вывод о линиях магнитного поля и их расположении и форме.

При изучении данной темы предусмотрены следующие фронтальные лабораторные работы. В 8 классе:

- сборка электромагнита и испытание его действия;
- изучение электрического двигателя постоянного тока (по модели).

В 9 классе – изучение явления электромагнитной индукции [7; 9; 11].

Лабораторные работы по сборке электромагнита и изучение явления электромагнитной индукции выполняются по описанию в конце учебника.

Рассмотрим работу по сборке электромагнита и испытанию его действия.

Приборы и материалы: источник питания, катушки, реостата и ключа, соединительные провода, компас, детали для сборки электромагнита.

Указания к выполнению работы следующие:

1. Составьте электрическую цепь из источника питания, катушки, реостата, ключа, соединив всё последовательно. Замкните цепь. С помощью компаса определите магнитные полюса у катушки.

2. Отодвиньте компас вдоль оси катушки на расстояние, на котором действие магнитного поля катушки на стрелку компаса незначительно. Вставьте магнитный сердечник в катушку. Что изменилось? Сделайте вывод.

3. Изменяйте с помощью реостата силу тока в цепи и наблюдайте действие электромагнита на стрелку. Сделайте вывод.

4. Соберите дугообразный магнит из готовых деталей. Катушки его соедините между собой последовательно, чтобы на их свободных концах получились разноименные магнитные полюсы. Проверьте полюсы – компасом. Определите с помощью компаса, где северный и южный полюс магнита.

При изучении темы «Электромагнитные явления» учебным материалом предусмотрены так же домашние опыты, в качестве которых ученикам можно предложить пронаблюдать картины магнитного поля различных магнитов.

Оборудование: магниты различной формы, железные опилки, лист бумаги.

Проведение: на лист насыпать опилок, под него положить магнит. Лист с опилками немного встряхнуть.

Материал темы предусматривает усиление внутрипредметных связей, так как он непосредственно связан с идеями других разделов физики.

Свое начало данный раздел берёт в теме «Электрические явления», где рассматриваются различные действия электрического тока. Описывается тепловое и химическое действие, и вводится понятие нового действия тока называемого магнитным. Магнитное действие тока наблюдается всегда, вне зависимости от формы и материала проводника тока. Далее уже в самой теме (в 8 классе) рассматривается, что магнитным действием проводника является наличие вокруг проводника магнитного поля, обусловленного движущимися электрическими зарядами.

Данная тема рассматривается и в 9 классе, хотя здесь она состоит из нескольких параграфов и является частью большой темы «Электромагнитное поле» [11; 13].

Тема «Электромагнитное поле» начинается с повествования о магнитном поле, его изображении, видах. В данной теме рассматривается случай уже не магнитного действия тока, а обратного ему, а именно появление индукционного тока при изменении магнитного потока [13]. Сам магнитный поток был изучен ранее, что существенно облегчает введение понятия электромагнитной индукции и упрощает логическую структуру материала.

Необходимо отметить, что изучение материала по исследуемой теме позволяет выявить межпредметные связи.

Целый ряд вопросов данной темы ранее рассматривали на уроках окружающего мира и технологии.

На уроках окружающего мира говорили: если около магнита двигать металлический провод, то в нём возникнет электрический ток. Но почему он возникает, и что собой представляет электрический ток, объяснить на данном этапе не представлялось возможным. Далее говорили о том, что если намотать этот проводник на катушку и вращать её «между концами магнита», то можно получить сильный ток. Вводили термин «генераторы» и приводили некоторые примеры их применения. Кратко говорили об электромагнитах и их исследовании. Эти сведения не удовлетворяли и не раскрывали природу явлений.

Так, при введении магнитного поля и демонстрации опыта Эрстеда учителя физики прибегают к помощи магнитной стрелки, уже известной ученикам. Вместе с тем на уроках рассматриваются более широкие применения магнитной стрелки, вводят понятие «ось магнитной стрелки».

При изучении магнитного поля Земли ученикам объясняют, почему вблизи компаса не должно быть проводов с током, как могут железные предметы и скопление железных руд изменить показания компаса. Также подчеркивается факт несовпадения магнитных и географических полюсов.

При изучении электродвигателя на уроках физики на примере рамки с током рассматривают теоретические принципы его работы, что существенно дополняет и систематизирует сведения, полученные на уроках технологии.

Результатом исследования является анализ содержания учебного материала учебника «Физика 8 класс» авторов В.В. Белага, И.А. Ломаченков, Ю.А. Панебратцев, А.В. Грачев, Е.А. Вишнякова, В.А. Погожев, Э.Т. Изергин, А.В. Пёрышкин и «Физика 9 класс» авторов В.В. Белага, И.А. Ломаченков, Ю.А. Панебратцев, А.В. Грачев, Е.А. Вишнякова, В.А. Погожев, Э.Т. Изергин, А.В. Пёрышкин, Е.М. Гутник. В работе приведены: обобщенные схемы изучения теоретического материала темы «Электромагнитные явления» в 8 и 9 клас-

сах, краткая историческая справка возникновения понятия электромагнитных явлений. Изучены возможности учебного материала для формирования научного мировоззрения учащихся, базирующиеся на изучении научного, мировоззренческого и политехнического значения темы, развития физического мышления школьников. Проведен анализ физического эксперимента и установлены межпредметные и внутрипредметные связи.

Таким образом, теоретические и практические знания по изучаемой теме, полученные учениками в 8 и 9 классах, станут не только основой для более глубокого и тщательного изучения электромагнитной индукции в курсе 11 класса, но и способствуют формированию умений мыслить абстрактно.

Список литературы

1. Блоксхэм Дж. Эволюция магнитного поля Земли / Дж. Блоксхэм, Д. Габбинз // Физика. – 2000. – №15. – С. 35–39.

2. Физика 8 класс: учебник для учащихся общеобразовательных организаций / А.В. Грачёв, В.А. Погожев, Е.А. Вишнякова. – М., 2018. – 324 с.

3. Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/>

4. Физика. 7-9 классы. Программа курса / О.А. Селютина. – М., 2020. – 80 с.

5. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 №1662-р (ред. от 28.09.2018) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

6. Физика. 8 класс: учебник / В.В. Белага, И.А. Ломаченков, Ю.А. Панебратцев. – М., 2017. – 160 с.

7. Физика. 9 класс: учебник / В.В. Белага, И.А. Ломаченков, Ю.А. Панебратцев. – М., 2017. – 176 с.

8. Физика. 8 класс: учебник / А.В. Грачев, Е.А. Вишнякова, В.А. Погочев. – М., 2019. – 320 с.
 9. Физика. 9 класс: учебник / А.В. Грачёв, Е.А. Вишнякова, В.А. Погочев. – М., 2019. – 368 с.
 10. Физика. 8 класс: учебник / Э.Т. Изергин. – М., 2019. – 264 с.
 11. Физика. 9 класс: учебник / Э.Т. Изергин. – М., 2019. – 224 с.
 12. Физика. 8 класс: учебник / А.В. Пёрышкин. – М., 2019. – 240 с.
 13. Физика. 9 класс: учебник / А.В. Пёрышкин, Е.М. Гутник. – М., 2014. – 319 с.
 14. Физика. Поурочные методические рекомендации. 8 класс: пособие для учителей общеобразоват. организаций / А.В. Дюндин, Е.В. Кислякова; под ред. Ю.А. Панебратцева. – М., 2017. – 208 с.
 15. Физика. 9 класс: методическое пособие / Е.М. Гутник, О.А. Черникова. – М., 2016. – 224 с.
-

Резак Елена Владимировна – старший преподаватель кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Россия, Хабаровск.
