

CZU: 37.016:53

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ УЧАЩИМИСЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ ПО ФИЗИКЕ

Андрей ДАВИДЕНКО, доктор педагогической наук, профессор

Кафедра естественно-математических дисциплин и информационных технологий в образовании, Черниговский областной институт последипломного педагогического образования имени Константина Ушинского;

Кафедра технических дисциплин, Национальный университет «Черниговский коллегиум» имени Тараса Шевченко

Резюме. Статья посвящена методике и организации выполнения учащимися исследовательских проектов по физике. Проблема исходит из существующих противоречий: не многие учителя владеют методикой исследовательской работы; все учителя обязаны оказывать своим ученикам помощь в выполнении проектов, среди которых должны быть и проекты исследовательского содержания. На основе своего педагогического опыта, выполненных научных исследований, положительно зарекомендовавшего себя опыта организации исследовательской деятельности школьников в масштабе государства, автор показывает, как можно успешно справляться с поставленными задачами. В качестве примера рассмотрена возможность исследования искровых электрических разрядов.

Ключевые слова: исследование, искровой разряд, учебный проект, исследовательский проект, методика исследований, методы исследований, организация исследований, школа, развитие, ученик, учитель.

TECHNIQUE AND ORGANIZATION OF THE IMPLEMENTATION OF STUDENTS OF RESEARCH PROJECTS IN PHYSICS

Abstract. The article is devoted to the methodology and organization of the implementation by students of research projects in physics. The problem comes from the existing contradictions: not many teachers know the methodology of research work; All teachers are obliged to assist their students in the implementation of projects, among which must be research projects. On the basis of his pedagogical experience, scientific research, positive experience of the organization of research activities of schoolchildren on a national scale, the author shows how to successfully cope with the tasks. As an example, the possibility of studying spark electric discharges is considered.

Keywords: research, spark discharge, educational project, research project, research methodology, research methods, research organization, school, development, student, teacher.

Наше образование успешно справляется с передачей учащимся готовых знаний. Результативность этого процесса, который в образовательной среде называют учебным, зависела от нескольких факторов. В первую очередь, здесь надо учесть врожденные, а также приобретенные в ходе предварительного обучения и развития психолого-физиологические качества учащегося, в частности, состояние его здоровья, память, мышление, развитую устную и письменную речь, ориентацию на усвоение материала, умение воспроизводить получаемые знания. Всего этого бывает достаточно для того, чтобы при соответствующей организации

учебного процесса учащийся мог быть отнесен к категории отличников или же хотя бы и, так называемых, «хорошистов».

Однако, как показала жизнь, одних, даже обширных, знаний не достаточно для осуществления профессиональной деятельности человека. Для этого нужны еще и соответствующие способности. Мы сейчас рассмотрим лишь исследовательские способности. Благодаря их наличию человек способен осуществлять всестороннее изучение определенных явлений и объектов. Именно в ходе осуществления исследовательской деятельности в мире сделаны открытия, например, закономерности движения тел, состав атома и его ядра, явление фотоэффекта, волновые явления света, получаются данные о составе метеоритов, планет и т.п. При этом не надо допускать ошибки, отождествляя исследовательскую и творческую деятельность. Надо принять во внимание, что результатом исследовательской деятельности являются открытия того, что уже существует. Например, и сам атом, и его ядро существовали уже до того, как об их составе сделал вывод Резерфорд и другие ученые. Существовала до открытия определенным мореплавателем и Америка. А вот лопату, клещи, очки, карандаш, шариковую ручку, лодку, велосипед, двигатель и многое другое создал человек. Этих объектов первоначально не было, а появились они в ходе не исследовательской, а творческой деятельности человека.

Как показывает педагогический опыт, и физика, и процесс ее обучения обладают значительным потенциалом для развития исследовательских способностей человека.

Во-первых, благодаря исследовательской деятельности человека появилась сама эта наука. Известно, ведь, что ограниченный объем знаний о явлениях природы и определенных объектах продолжительное время не позволял им выйти за пределы философии. Поэтому является очевидным, что ознакомление учащихся с историей открытий в физике может благоприятствовать мотивации их исследовательской деятельности.

Во-вторых, в учебном процессе можно создавать ситуации, которые требуют исследований, в которые можно вовлекать непосредственно учащихся.

Так, например, во время рассмотрения темы, которая касается существования магнитного поля вокруг проводника, в котором течет электрический ток, можно предварительно исследовать, на что реагирует магнитная стрелка. С этой целью учащимся необходимо раздать магнитные стрелки на подставках с иглой или же компасы и предложить изучить, на что она может реагировать. Предметами, на которые необходимо выявить реакцию (поворот) магнитной стрелки, могут быть, стальные, алюминиевые, деревянные и другие предметы, в частности куски толстых медных и алюминиевых проводников, а также постоянные магниты. Медленно поднося эти предметы к полюсам магнитной стрелки, учащиеся должны

сделать вывод о ее реакции на эти предметы. Это позволит им самостоятельно сделать вывод о том, что та же самая магнитная стрелка реагирует соответствующим образом на проводник, по которому течет электрический ток. В результате этого, учащиеся могут сделать тот вывод, который является целью изучения темы данного урока, в частности, вывод и о том, что магнитное поле существует и около проводника, с электрическим током. Воспроизведение же на уроке опыта Эрстеда, в данном случае будет лишь исторической справкой, которая подтверждает, что данное явление уже было открыто этим физиком раньше их.

Такой методический прием автор использовал на своих уроках физики в школе и убедился в его эффективности. Легко понять, что важную роль здесь играет собственная исследовательская деятельность учащихся, в частности ее первый этап, когда они получают предварительные знания об ощутимой реакции магнитной стрелки на внешнее магнитное поле. Дальше же используется лишь обычная аналогия.

Вместе с тем, как показал собственный педагогический опыт, учащиеся необходимо ориентировать на осуществление более серьезных исследований. Этот подход к содержанию образования уже достаточно давно реализуется в педагогической практике ведущих учителей стран бывшего Советского Союза [3,4]. Такой же подход реализуется и в европейских странах. Так, например, учащиеся Баварских естественно-математических гимназий (Германия) уже более 30-ти лет выполняют проекты, особое место среди которых отводится работам исследовательского характера [7]. В последние годы такой вид деятельности школьников предусмотрен учебными программами и в школах Украины.

Однако, как показали наши наблюдения, в организации выполнения учащимися исследовательских, как и творческих, проектов существуют определенные проблемы как объективного, так и субъективного характера. Не останавливаясь в данный момент на причинах сложившегося, мы рассмотрим возможность выполнения школьниками интересного исследования, которое можно оформить в виде соответствующего проекта.

Речь идет об исследовании явления протекания искровых электрических разрядов, создаваемых различными техническими устройствами. К ним относятся широко известная в демонстрационном эксперименте электрофорная машина, катушка Румкорфа, индукторы типа «Разряд» и т.п. Можно также использовать различные самодельные источники высокого напряжения. Автор, например, создавал их на основе трансформаторов строчной развертки телевизоров с электронно-лучевой трубкой, входящей в их кинескоп. При этом, конечно, следует соблюдать правила техники безопасности.

Осуществив демонстрацию нескольких искровых разрядов, можно подвести учащихся к выводу о том, что все они осуществляются по различным траекториям.

Учащимся, которые заинтересуются протеканием данного явления. можно предложить заняться его исследованием.

Для начала целесообразно дать им сведения о существующем фотографическом методе исследований, который применяется для изучения быстропротекающих явлений. В его важности можно убедить следующим образом. Сначала предлагаем им осуществить обычное наблюдение данного явления с последующей зарисовкой траектории разряда. После этого предлагаем сравнить их со снимками траекторий разрядов и задаем вопрос относительно возможного способа их получения.

Практика показывает, что учащиеся предлагают достаточно сложный способ фотографирования траекторий искровых электрических разрядов. Так, например, они предлагают использовать прибор, состоящий из фотодатчика (фотоэлемента, фоторезистора и т.п.), усилителя электрического сигнала и исполнительного механизма. Полученный от разряда световой сигнал, преобразуется в электрический, усиливается и поступает на исполнительный механизм, который каким-либо образом включает затвор фотокамеры. В случае использования цифрового фотоаппарата (сейчас это вполне доступно большинству школьников, ведь фото и видео камеры встроены в используемые ими порталы мобильной связи – смартфоны), этот электрический сигнал должен активировать его матрицу.

Вместе с тем, учащиеся не учитывают того, насколько быстро протекает искровой разряд. Вследствие этого, вряд ли можно создать прибор, особенно в условиях учебной физической лаборатории, чтобы он активировал светочувствительный элемент камеры (матрицу) в самом начале протекания искрового разряда. В связи с этим, учащихся необходимо ознакомить со следующим способом получения изображения траектории разряда. Впервые он описан автором около 30 лет назад [6]. Есть достаточное количество и более поздних публикаций, например, отдельные статьи в журналах [2, 4].

Установим фотокамеру перед электродами электрофорной машины или другого устройства, которое позволяет получать искровые разряды.

Выберем соответствующие масштаб и границы кадра. Резкость наведем на электроды.

Установим сравнительно большое время экспозиции, которое бы было не меньшим времени накопления на обложках конденсатора используемого устройства заряда, при котором осуществится разряд. В случае применения электрофорной машины, я устанавливаю выдержку 10-15 секунд. За это время используемая мной машина успевает зарядить конденсатор и осуществить разряд.

После этого всё должно происходить в абсолютной темноте.

Сначала мы нажимаем на спусковую кнопку камеры. Потом приводим во вращение диски машины и получаем разряд. При открытом затворе разряд

фотографирует сам себя, т.е. создает соответствующее изображение на светочувствительном элементе (рис. 1).

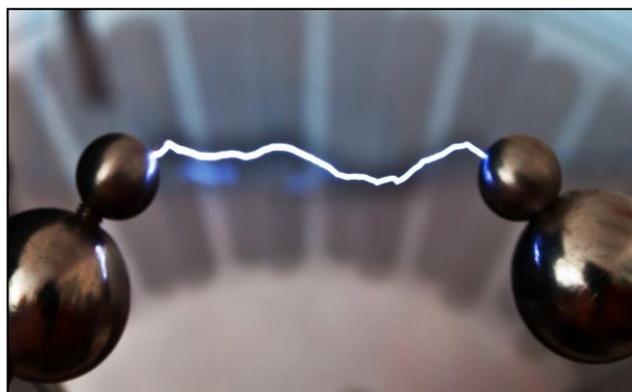


Рис. 1. Фотоснимок разряда между электродами электрофорной машины

Полученное изображение траектории искрового разряда предлагаем учащимся сравнить со сделанными ими зарисовками, убеждая их в ценности фотографического метода для осуществления исследований быстро протекаемых явлений. При этом можно показать снимки моментов других явлений - образования и отрывание капли жидкости, слияние в одну большую каплю нескольких капель росы и т. п.

В ходе исследования данного явления мы предлагаем получить снимки траекторий несколько разрядов. При этом учащиеся могут выбрать два варианта фотосъемки: сделать несколько отдельных снимков или же «собрать» траектории нескольких разрядов в одном кадре, как это видно на нашем следующем снимке (рис. 2).

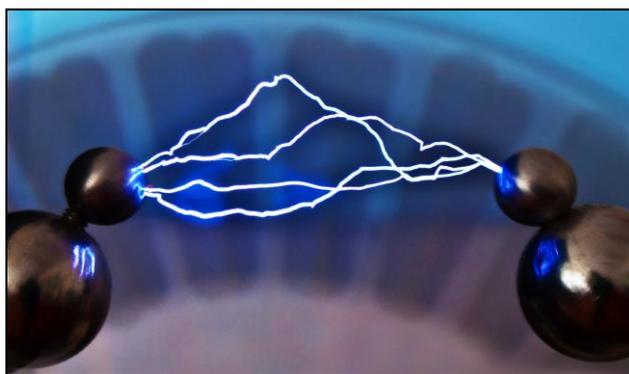


Рис. 2. Серия разрядов на одном снимке

Очевидно, что для получения такого снимка надо хорошо проветрить помещение и продолжительным вращением дисков машины (без их остановки) подзаряжать ее конденсатор после каждого разряда. Предварительно установленная достаточно большая выдержка камеры позволит запечатлеть траектории всех осуществленных разрядов. В данном случае их четыре.

Анализируя фотоснимки траекторий разрядов, учащиеся обращают внимание на их форму в частности на то, что совершаются они не только по кривым линиям (траекториям), а еще и на то, что эти линии имеют характерные изломы, что хорошо заметно на следующем снимке [рис. 3].

Наш опыт свидетельствует о том, что учащиеся не ограничиваются фиксацией формы траекторий разрядов, а еще пытаются найти объяснение наблюдаемым явлениям. При этом они выдвигают гипотезы и пытаются их доказать или же отклонить. Если у начинающих исследователей не хватает соответствующих знаний, то они обращаются к соответствующей литературе – учебниками по физике. При выполнении данного исследования мы рекомендуем также пользоваться пособием Л. В. Тарасова [7], в котором достаточно подробно рассмотрены вопросы протекания разряда (сначала образуется электронный «лидер», а уже потом, вдоль его траектории проходит главный (ионный) разряд.

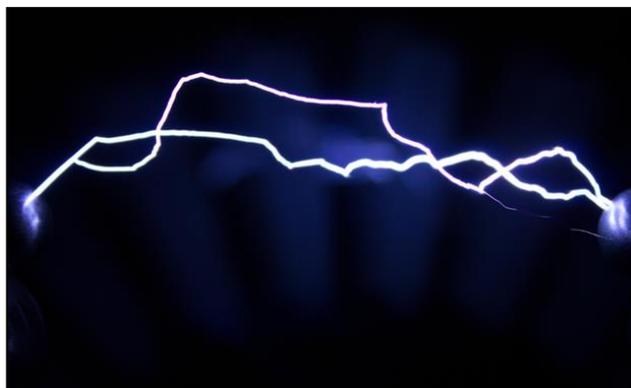


Рис. 3. Изломы в траекториях разрядов

Проявив интерес к траекторий разрядов, школьники пытаются изменить ее форму, например, получить линию разряда, близкую к прямой. Здесь они предлагают нагревать воздух, в котором происходят разряды, продувать воздух между электродами, влиять на него магнитным полем и др. Достаточно часто, для получения разряда по линии, которая не имеет изломов, они предлагают уменьшить расстояние между электродами. И это действительно так. Мы не приводим в статье таких снимков, чтобы не занимать лишнее место в тексте.

Дальше мы знакомим юных исследователей с возможностями видеосъемки. Мы уже отмечали, что видеокамеры есть в каждом смартфоне и нам остается лишь дать рекомендации по осуществлению съемки. Здесь же мы остановимся лишь на том, как из отснятого видеоматериала выбрать нужные кадры, а также на методе стоп-кадра.

Начнем из последнего. Во время просмотра полученного видеоролика, можно делать остановку (такими функциями обладают практически все программы-просмотрщики видео, а также все видеоредакторы). Что это дает исследователю? Объясню это на конкретных примерах.

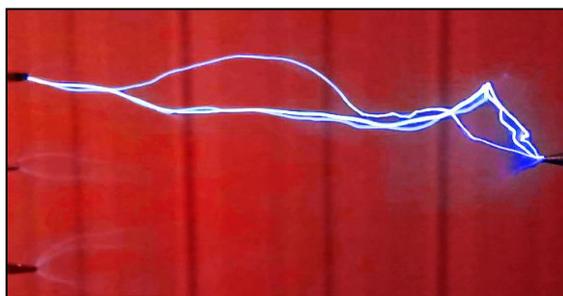


Рис. 4. Разряды между заостренными электродами

Во время просмотра видео соответствующей кнопкой мы можем остановить его на определенном кадре. Это позволяет отслеживать отдельные моменты исследуемого явления через определенные доли секунды. Если бы мы, таким образом, например, анализировали явление образования и отрыва капли воды, то мы бы увидели, как образуется «шейка» и как после разрыва этой «шейки» капля приобретает форму сферы и падает вниз. В нашем же случае мы можем рассмотреть различные формы траекторий разрядов и их изменение с течением времени (рис. 4), можем найти кадр, на котором видно образование электронных «лидеров» и, даже, кадр на котором видно развитие основного разряда (рис. 5). На данном снимке четко видно утолщенный участок траектории, который иллюстрирует данное явление.

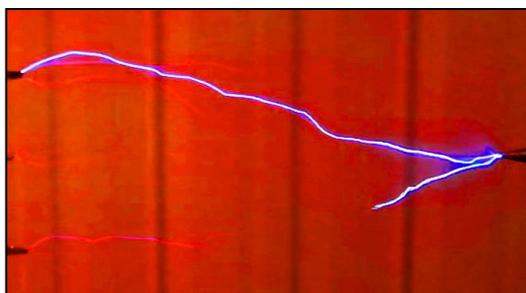


Рис. 5. Момент осуществления ионного разряда вдоль электронного

Это достаточно редкий кадр, полученный названным выше методом стоп-кадра. Для получения же такого снимка с помощью фотоаппарата надо было бы использовать много времени, ведь надо было бы осуществить значительное количество разрядов для их фотографирования. И, возможно, что в одном из многих случаев, на кадре могла бы быть запечатлена подобная траектория развития разряда.

Метод стоп-кадра позволяет также достаточно просто получать необходимое количество изображений отдельных моментов исследуемых явлений. Это необходимо как для анализа его динамики, так и для последующих публикаций.

Кадры с изображением траекторий искровых разрядов, которые изображены на рисунках 4, 5 и 6, взяты со снятого нами видеоролика. Искровые разряды совершались между электродами разрядника Румкорфа. Одни из электродов был

изготовлен автором самостоятельно и представляет собой гребенку с несколькими зубцами, направленными в сторону стандартного остроконечного электрода. Неоднородное электрическое поле между последним и зубцами самодельного электрода позволяло видеть выбор разрядом траектории с наибольшей проводимостью воздуха. Благодаря конструкции электрода, траектории разрядов не выходили далеко за пределы перпендикулярной к главной оптической оси объектива видеокамеры плоскости, что было удобным для их съемки (они почти не накладывались один на другой).

Мы не будем также останавливаться на оформлении проекта. Мы его видим таким, как это изложено в наших публикациях, например в статье Павла Давиденко [5]. Главное, что должно быть в описании проекта, так это то, что сделано (получено) до нашего исследования (для этого и составляется библиография), а также то, какие результаты получили мы. Конечно же, надо показать этапы исследования, применяемые методы и оборудование. Описания проектов, выполненные в виде рефератов, уже не допускаются ни на какие, серьезные конкурсы и турниры.

В завершение несколько слов о выборе темы исследовательского проекта. Идеальный вариант, когда тему находит сам молодой исследователь. Он должен ее увидеть, ощутить, должен найти противоречия в окружающем мире, которые он обозначит для себя в виде проблемы, над которой захочет работать.

Пример из нашей практики. Во время выполнения описываемого в нашей статье исследования, методом стоп-кадра были получены снимки динамики развития разряда, объяснение которых не поддается логике. Основной разряд не идет вдоль электронного «лидера», а выбирает себе более длинный путь, сворачивает вниз (рис. 6). Разве не противоречие с устоявшимися взглядами на динамику развития данного явления? И это может лечь в основу следующего исследовательского проекта на тему с ориентировочным названием: «Исследование аномальных отклонений траекторий искровых разрядов». Тема заслуживает внимания. Над ней может работать не один, а группа молодых исследований,

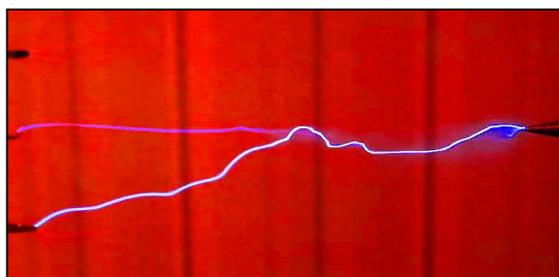


Рис. 6. «Аномальный» случай в выборе траектории основного разряда

В отдельных случаях, к теме учащегося надо «подвести». При этом необходимо учитывать его интересы и желание заниматься исследованием. В остальных случаях, проекты вряд ли можно будет назвать исследовательскими. И ничего страшного в этом нет, ведь не так и много в мире людей, которые являются исследователями, которые обогащают нашу науку открытиями?

Такие методика и подход к организации работы учащихся над исследовательскими проектами дают положительные результаты. Наши молодые исследователи занимают призовые места на различных конкурсах и турнирах, на их разработки выдаются документы, подтверждающие их право на интеллектуальную собственность. Методику автора по развитию исследовательских и творческих способностей используют не только в Украине, но и в Республике Беларусь, в Российской Федерации, а также в некоторых странах дальнего зарубежья.

Библиография

1. Lehrplan für das bayerische Gymnasium. Fachlehrplan für Physik. Amtsblatt des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst. Teil I. Sondernummer 9. Ausgegeben in München am 29. November 1991. Seite 1257.
2. Давиденко А. А. Использование фотоснимков моментов явлений природы для постановки учебных задач по физике // Учебный эксперимент в образовании. 2014. №4. с. 10-18 (Мордовия, г. Саранск).
3. Давиденко А. А. Развитие исследовательских способностей учащихся в процессе преподавания естественно-математических дисциплин. В: Probleme actuale ale didacticii științelor reale. Ch.: UST, 2013. 352 p. p. 87-92.
4. Давиденко А. А., Коршак Є. В. Експериментальні дослідження учнів у процесі вивчення фізики. Фізика та астрономія в школі, № 5, 2001. с. 8-9.
5. Давиденко П. А. Об оформлении учащимися результатов исследовательской и творческой деятельности в области физики и техники. Фізика: проблеми викладання, №2, 2016. с. 22-26.
6. Давидьон А. А. З досвіду використання фотографії на уроках фізики. Удосконалення навчального експерименту з фізики: Зб. ст. За ред. Є.В. Коршака. К: Рад. шк., 1985. с. 28-36.
7. Тарасов Л. В. Физика в природе: Кн. Для учащихся. М.: просвещение, 1988. 351 с.