



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ИНФОРМАТИКИ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Методика формирования понятия «потенциал электростатического  
поля» в курсе физики средней школы

Выпускная квалификационная работа по направлению 44.03.05. Педагогическое  
образование с двумя профилями подготовки

Направленность подготовки бакалавриата «Физика. Математика»

Форма обучения очная

Проверка на объём заимствований:

78,44 % авторского текста

Работа 18 марта к защите

(рекомендована / не рекомендована)

«18» марта 2023 г.

зав. кафедрой ФиМОФ

Шефер О.Р.

Выполнил:

студент группы ОФ-513/084-5-1

Шестаков Матвей Алексеевич

Научный руководитель:

доктор пед. наук, профессор

Даммер Манана Дмитриевна

Челябинск

2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Понятие «потенциал электростатического поля» в средней школе .....	5
2. Этапы формирования понятия.....	8
3. Отбор и разработка физического эксперимента.....	10
5. Апробация материалов .....	17
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	21

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с ФГОС овладение предметными результатами освоения базового и углубленного курса физики должны обеспечить владение основополагающими физическими понятиями, одним из которых и является потенциал электростатического поля. [19]

В курсе обучения физике в средней школе основному понятию нашей работы уделяется недостаточно времени, хотя оно является основополагающим для раздела «Электричество», от успешности усвоения понятия «потенциал электрического поля» зависит понимание данного раздела физики и понимание работы некоторых электроприборов, используемых в экспериментах по электричеству и квантовой физике.

Ознакомление с методикой формирования понятия и актуализация знаний по данной теме позволяет достичь наилучших результатов и правильно оценить достигнутые результаты. Для рассмотрения методик мы обратились к трудам Усовой Антонины Васильевны. При изучении данных трудов сформировалось современное понимание процесса обучения физике и понимание разнообразия методов обучения для достижения сформированности предметных результатов.

**Объектом** исследования является процесс формирования физических понятий у учащихся средней школы.

**Предметом** – методика формирования понятия потенциала электростатического поля.

**Цель работы** заключается в разработке учебно-методического комплекса материалов для успешного формирования понятия «потенциал электростатического поля».

Выделим **задачи** работы:

- изучения процесса формирования понятий у учащихся средней школы в научно-методической литературе;

- выделить этапы формирования понятия потенциала электростатического поля;
- изучении требований и методики проведения демонстрационного эксперимента;
- отбор и разработка физического эксперимента на данных этапах формирования понятия электростатического поля;
- апробация разработанных материалов.

## 1. Понятие «потенциал электростатического поля» в средней школе

Перед рассмотрением методики формирования понятия необходимо разобраться в содержании понятия и формулировки в учебной литературе для учащихся 10 классов.

В трудах Майера [15, с. 63-68] дается несколько практических задач на тему «потенциал электрического поля», при выполнении которых можно составить следующее определение.

*Скалярная величина, измеряемая отношением работы, совершаемой при перемещении положительного заряда из бесконечности в данную точку поля, к величине перемещаемого заряда, называется потенциалом поля в данной точке поля.*

Рассмотрим определения, приведенные в учебниках средней школы по физике:

1. Мякишев Г.Я. (базовый ур.) – *потенциалом точки электростатического поля называют отношение потенциальной энергии заряда, помещенного в данную точку, к этому заряду.* [17, с. 311]

2. Пурышева Н.С. (базовый уровень) – *потенциалом электростатического поля в данной точке пространства  $\varphi$  называют физическую величину, равную отношению потенциальной энергии  $W$  заряда  $q$ , находящегося в поле, к этому заряду.* [21, с. 250]

3. Касьянов В.А. (углуб. уровень) – *скалярная физическая величина, равная отношению потенциальной энергии, которой обладает пробный положительный заряд, помещенный в данную точку поля, к значению этого заряда.* [13, с. 396]

4. Грачев А.В. (углуб. уровень) – *потенциалом  $\varphi$  данной точки электрического поля называют физическую величину, равную отношению работы  $A$  сил этого поля над пробным зарядом  $q_{пр}$  при его перемещении из данной точки в точку, потенциал которой принят равным нулю, к этому заряду.* [8, с. 405]

На понятиях «электрическое поле» и «потенциал электрического поля» основывается раздел «Электричество», одним из последующих изучаемых понятий является понятие «*напряжение*», которое определяется как *разность потенциалов двух точек*.

Также в основе работы многих приборов и повседневных вещей заложено понятие потенциала.

**Электроскоп** – прибор для нахождения заряда.

**Электрометр** – прибор для измерения величины заряда.

**Электростатический вольтметр** – прибор для нахождения напряжения в замкнутой цепи.

**Громоотвод** – конструкция, позволяющая избежать попадания молнии в здание.

**Конденсатор** – прибор, позволяющий накапливать электрический заряд. На основе конденсаторов устроена современная электроника и вычислительные машины.

На данный момент электричество является самым популярным источником энергии для повседневного использования. Современные розетки устроены как два контакта, на один из которых подается напряжение 220 В, а другой заземлен.

Использование потенциала приобрело большой смысл во время изучения движущихся заряженных частиц и при изучении таких эффектов, как фотоэффект. В опытах Столетова использовался задерживающий потенциал для изучения кинетической энергии электронов, вылетающих с поверхности металла.

Важность усвоения понятия «потенциал электростатического поля» имеет огромное значение для понимания современной техники. Рассмотрим методические рекомендации, которые предложены к учебникам Мякишева Г. Я. (базовый курс) [30, с. 50-51] и Касьянова В. А. (углубленный курс) [12, с. 180-181]:

Таблица 1 – Сравнение методических рекомендаций

Учебник	Мякишева Г. Я.	Касьянов В. А.
Уровень изучения	базовый	углубленный
Вид деятельности учащихся	обобщение знаний о характеристиках электрического поля; нахождение потенциала в точке поля и разности потенциалов двух точек	систематизировать знания о физической величине; вычислять потенциал электростатического поля одной или нескольких точек
Демонстрации	измерение разности потенциалов	измерение разности потенциалов; эквипотенциальные поверхности
Время изучения понятия	30 минут	45 минут

Из данного сравнения можно заметить, что понятию потенциал выделяется достаточно времени, но выбранные для этого демонстрации не включает в себя выделение эквипотенциальных поверхностей. В рассмотренных учебниках данное определение встречается только у Грачева А. В. [8, с. 402]

Рассмотрим положение понятия «потенциал электростатического поля» в разделе «Электричество». Ознакомление с данным разделом начинается с понятия точечного заряда и электризации тел. Далее вводится понятие закона Кулона, затем электрического поля. После этого рассматриваются отдельные характеристики поля, формируемого электрическими зарядами, такими как напряженность и потенциал, на основе которого вводится понятие напряжения, как разности потенциалов.

Устанавливая связь между напряженностью и разностью потенциалов, учащиеся знакомятся с понятием емкости, которое является основной характеристикой конденсаторов. После рассмотрения конденсаторов вводятся законы постоянного и переменного тока, работы электрического тока.

Для достижения педагогических целей обучения физики и успешного формирования понятий необходимо ознакомиться с методикой их формирования.

## 2. Этапы формирования понятия

Понятия составляют определенный базис знаний, необходимых для понимания физических теорий и формирования представлений о физических явлениях и процессах, причем составляют центральную часть системы обучения физике. Они образуют связи между собой, скрепляя все полученные знания в целостную картину мира. При отсутствии усвоенных понятий невозможно усвоение законов и научных теорий.

При рассмотрении процесса формирования понятия, мы обратились к трудам Усовой А.В., где были выделены следующие этапы формирования понятий[25, с. 88-92]:

1. организация наблюдений единичных объектов;
2. обогащение наблюдения;
3. выделение общих, существенных признаков изучаемых объектов;
4. определение понятия;
5. уточнение и закрепление в памяти существенных признаков понятия;
6. установление связи данного понятия с другими;
7. применение понятия в решении элементарных задач учебного характера;
8. классификация понятий (составление классификационных схем);
9. упражнения по определению отношений рода и вида;
10. применение понятия в решении задач творческого характера;
11. обогащение понятия;
12. вторичное более полное определение понятия;
13. опора на данное понятие при усвоении нового понятия;
14. новое обогащение понятия;

15. установление новых связей и отношений данного понятия с другими понятиями.

Рассмотрим каждый этап по отдельности и дадим краткую характеристику. Первые три этапа можно объединить в одну группу – ознакомительные этапы, для реализации данной группы на уроках физики проводится демонстрационный эксперимент, в ходе которого учитель выделяет существенные признаки понятия. Этапы 4-7 представляют собой общую теоретическую работу, в ходе которой должно быть дано определение, соответствующее требованиям однозначности и полноты. Установление связи с другими понятиями проводится путем введения аналогии между этими понятиями, выделяя различия. Решение элементарных задач способствует первичному запоминанию и формированию умения использования данного понятия. Этап 8 фиксирует положение данного понятия в иерархии научных понятий. Следующий этап направлен на самостоятельную работу учащихся на определение места изучаемого понятия в научной теории и закрепляет его, тогда как 10-ый этап раскрывает творческие способности ученика и его понимание значения данного понятия в физике и жизни. При реализации этапов 11 и 12 следует учесть уже усвоенную информацию и дополнить её новыми признаками, раскрывающими глубокий смысл понятия, после чего записывается новое определение понятия с учетом добавлений. Этап 13-14 реализуется при дальнейшем изучении, основывающемся на изучаемом понятии, что позволяет выделить больше признаков. Этап 15 включает формирование понятия, основываясь на уже изученных других понятиях, что позволяет выстроить картину мира учащегося.

Для успешного усвоения понятия необходимо соблюсти некоторые педагогические условия:

1. Знание учителем местоположения понятия в теории, его содержания в современной науке, место и роль в области знаний.

2. Яркое представление о значении формирования данного понятия у учащихся.

3. Знание следующего уровня усвоения понятия, знание итогового результата изучения понятия.

4. Определение основных этапов формирования понятия и подбор оптимальных методов обучения, опирающиеся на различные способы получения информации:

- на основе теоретического анализа новых научных фактов;
- на основе демонстрационного эксперимента;
- на основе решения задач практического характера;
- на основе создания проблемных ситуаций.

5. Воспроизведение в памяти учащихся содержания понятий, на которые опирается новое понятие.

6. Определение требований к методам обучения и результату усвоения понятия на каждом этапе его формирования.

7. Определение жизненного опыта учащихся, на которые можно ссылаться при изучении понятия.

8. Выявление способов мотивированного введения понятия на основе анализа новых научных фактов; создание проблемных ситуаций, анализ которых приводит учащихся к выводу о недостаточности имеющейся понятийной базы для их объяснения и необходимости введения нового понятия.

### **3. Отбор и разработка физического эксперимента**

Роль школьного учебного физического эксперимента в методике обучения физике заключается в том, что опыт имеет несколько значений:

1. *как объект усвоения* – наглядное пособие для наблюдения за физическим процессом или явлением;

2. *как метод обучения* – определенный набор действий для достижения педагогических целей, в курсе физики – способ успешного формирования понятия и закрепления знаний как через наблюдения, так и через самовоспроизведение опыта.

Физический эксперимент может быть конкретным выражением информационно-рецептивного метода, репродуктивного метода, исследовательского метода. Таким образом, роль школьного учебного физического эксперимента в методике физики значительна.

Выделим следующие задачи учебного эксперимента:

- усвоение важнейших методов исследования природы (наблюдение, эксперимент, анализ, синтез и др.);
- обеспечение наилучшего изучения понятий, законов, теорий, формирование умений применять знания на практике;
- развитие интереса к физике, создание познавательной мотивации;
- формирование общеучебных умений и творческих способностей;
- формирование практических умений и навыков, подготовка к труду, знакомство с техникой и технологией.

Рассмотрим классификацию физического эксперимента, используемых в процессе обучения, и требования приводимые к их организации.

**Демонстрационный эксперимент:**

- фундаментальные опыты;
- демонстрация явлений;
- демонстрация объектов;
- демонстрация технических объектов, моделей;
- изучение явлений: измерение,
- экспериментальные задачи и др.

Основные требования:

- подготовка учащихся к восприятию опыта; актуализация знаний, формулировка цели, знакомство с установкой, постановка системы заданий по опыту и др.;

- явление должно демонстрироваться в наиболее простом виде; учет техники демонстрации (расположение приборов, освещенность, проецирование, указатели и т. п.), наиболее простые и распространенные приборы и материалы, связь с опытом школьников, связь с учебником и др.;

- хорошие условия наблюдения опыта: повторяемость опыта, его наглядность, нормальный темп демонстрации, надежность установки, безопасность и др.;

- выводы по демонстрации: связь с изучаемой теорией, формулировка вывода, значение опыта, другие варианты демонстрации (индивидуально) и др.

#### **Фронтальный эксперимент:**

- опыты и наблюдения;
- экспериментальные задачи;
- лабораторные работы.

Данная форма организации позволяет решать практически любые дидактические цели, в частности такие: передача знаний, в том числе технического характера; формирование практических и интеллектуальных умений; развитие мышления и мировоззрения, развитие таких качеств личности, как творческие способности, настойчивость и др. Фронтальный эксперимент должен быть тесно связан с изучаемым материалом, демонстрационными опытами, видами деятельности учащихся и др., т. е. он должен существовать в системе.

#### **Физический практикум:**

- одночасовые или двухчасовые работы;
- проблемные работы.

Лабораторный эксперимент. Классификация фронтальных лабораторных работ:

- 1) наблюдение и изучение физических явлений;
- 2) ознакомление с измерительными приборами и измерения;
- 3) ознакомление с устройствами и принципами действия приборов и установок;
- 4) исследование или проверка количественных закономерностей;
- 5) определение физических констант, характеристик процессов и объектов;
- 6) разработка моделей объектов или явлений.

**Внеклассные опыты и наблюдения:**

- домашние экспериментальные задачи, моделирование;
- наблюдения в природе, опыты на бытовом материале;
- опыты на занятиях кружка, лабораторные работы;
- исследовательская работа, создание приборов и устройств.

Домашняя экспериментальная работа должна быть системно организованной, доступной, не отягощающей ученика. При этом домашние экспериментальные задания должны не подменять классный учебный эксперимент, а дополнять и расширять его.

**Опыт №1.** В качестве первого демонстрационного эксперимента для ознакомления с понятием потенциала электростатического поля рассмотрим следующий физический эксперимент.

Оборудование: 1) выпрямитель учебный, 2) высоковольтный преобразователь, 3) электрометр демонстрационный, 4) два изолирующих штатива, 5) деревянная рейка с сечением 20x15 мм и длиной 1 метр, 6) пробный шарик на изолирующей ручке, 7) соединительные провода.

При подготовке данного опыта необходимо покрыть одну грань деревянной рейки графитом, лучше всего подойдет мягкий карандаш (НВ).

Присоединяем провод от пробного шарика к электрометру, корпус электрометра заземляем. Устанавливаем рейку на изолирующие штативы, непокрытой гранью сверху. Подключаем преобразователь высоковольтный к выпрямителю. Подключаем выпрямитель к сети. Для наглядности опыта можно использовать предметный столик или фон для электроскопа.

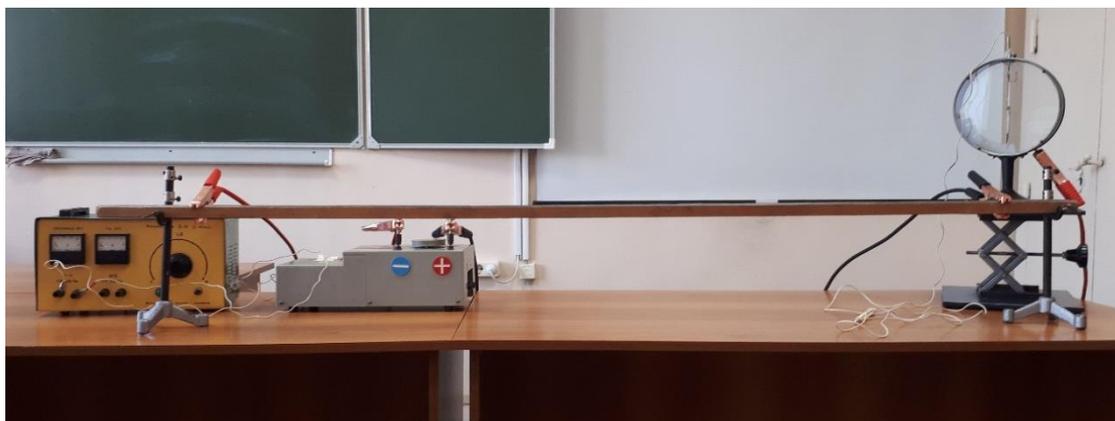


Рисунок 1 – Экспериментальная установка опыта №1

В опыте используется дерево и графит, так как данные материалы имеют большое удельное сопротивление. В таблице 2 представлены сравнительные характеристики для различных легкодоступных материалов:

Таблица 2 – удельное сопротивление некоторых материалов

Название вещества	Удельное сопротивление, Ом/м
Медь	$1,68 \cdot 10^{-8}$
Железо	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Графит	$1,6 \cdot 10^5$
Парафин	$1,0 \cdot 10^{14}$
Дерево	$8,0 \cdot 10^{15}$

Как мы можем заметить из таблицы, при использовании в качестве проводника с током – металл, на каждый метр его длины сопротивление меняется на малую часть. Следовательно, для данного опыта необходимо было бы использовать металлический проводник большой длины, тогда как с помощью дерева и графита явление изменение потенциала электрического поля вдоль проводника с током можно показать на небольшом участке проводника.

### **Опыт 1.1. Изменение потенциала электрического поля проводника с током без заземления.**

Соединяем проводами положительную клемму преобразователя к одному концу деревянной планки и включаем его на напряжение 5 кВ. Подносим к рейке пробный шарик и фиксируем значение потенциал в разных точках рейки. Потенциал деревянной рейки будет равен 0, но около место подключения провода от преобразователя будет наблюдаться скачок потенциала электрического поля. Данное явление связано с большим удельным сопротивлением дерева.

Дальше выключаем преобразователь и переворачиваем рейку, гранью покрытой графитом вверх и подключаем к плюсовой клемме преобразователя. Фиксируем значение потенциала в разных точках рейки. Потенциал электрического поля во всех точках грани рейки будет одинаковый, из чего мы делаем вывод, что покрытая графитом грань представляет собой эквипотенциальную поверхность.

Эквипотенциальная поверхность – поверхность, в каждой точке которой потенциал равен постоянной величине, или поверхность, в электрическом поле которой работа по перемещению заряда равно нулю,  $A = 0$ . На основе опыта можно представить распределение заряда вдоль проводника с током, как показано на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема распределения заряда для потенциала электрического поля эквипотенциальной поверхности

Выключаем преобразователь и соединяем противоположный конец рейки с отрицательной клеммой преобразователя, включаем его.

Теперь деревянная рейка представляет собой проводник с током. Проводим пробным шариком вдоль рейки от положительного подключения к отрицательному. Замечаем, что потенциал электрического

поля уменьшается по мере продвижения вдоль проводника с током, и в какой-то определённый момент он будет равен нулю.

### **Опыт 1.2. Изменение потенциала электрического поля проводника с током с заземлением.**

Рассмотрим также и другой случай. Для этого заземлим провод подключения отрицательной клеммы преобразователя. Измеряем потенциал электрического поля вдоль проводника с током.

Показания электрометра демонстрируют плавное падение потенциала от положительной клеммы подключения, где значение потенциала максимально, до отрицательной клеммы подключения, где значение потенциала равно нулю, так как провод мы заземлили.

Графически распределение потенциала электрического поля можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 3:

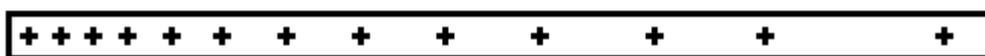


Рисунок 3 – Потенциал электрического поля проводника с током при подключении заземления

В качестве демонстрации эквипотенциальных поверхностей можно воспользоваться следующим опытом, при выполнении которого задействуется меньшее количество оборудования.

В произвольном электрическом поле, созданном заряженными телами, будем перемещать иглу, соединенную с заземленным электрометром, как показано на рисунке 4.

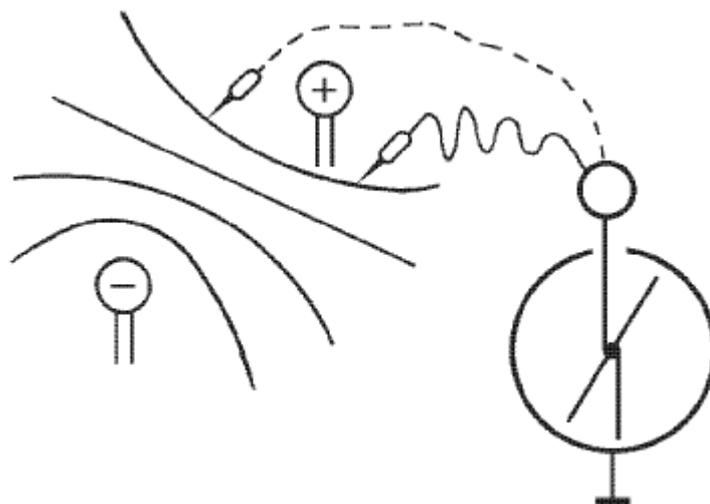


Рисунок 4 – экспериментальная установка опыта №2

Отметим некоторое показание электрометра, соответствующее определенному потенциалу, и станем перемещать иглу так, чтобы показания электрометра оставались неизменными. В результате кончик иглы обозначит поверхность равного потенциала, называемую эквипотенциальной поверхностью.

Таким способом можно определить эквипотенциальные поверхности с потенциалами.

Опыт показывает, что в случае точечного заряда эквипотенциальные поверхности представляют собой концентрические сферы; вблизи однородно заряженной поверхности больших размеров—параллельные плоскости и т.д. Таким образом, каждая точка электрического поля характеризуется определенным потенциалом.

Описанным способом построим семейство эквипотенциальных поверхностей для значений потенциалов, отличающихся на равные величины. При этом обнаруживаем, что построенное семейство однозначно характеризует электрическое поле.

### **3. Апробация материалов**

В ходе подготовки опыта №1 мы самостоятельно изготавливали некоторые материалы для проведения эксперимента и решали проблемы,

возникающие во время репетиций. Во время выступления перед студентами, обучающимися на направлении «Физика. Математика» был положительно оценен с точки зрения содержания опыта. Как результат при выступлении на XV Всероссийской Студенческой олимпиады по Теории и Методике Обучения Физики имени А.В. Усовой удостоен призового места в номинации «Самодельное оборудование».

После демонстрации всем слушателям было предложено пройти опрос по плану изучения величины, разработанной А. В. Усовой.

План изучения величин представляет собой следующие пункты, на которые необходимо дать письменный ответ:

1. Какое явление и свойство тел (веществ) характеризует данная величина.
2. Определение величины.
3. Определительная формула (для производной величины – формула, выражающая связь данной величины с другими).
4. Какая величина – скалярная или векторная.
5. Единица величины в СИ.
6. Способы измерения величины.

Для установления связей между изучаемыми явлениями и повседневной жизнью, мной был добавлен ещё один пункт, выражающий применение потенциала электростатического поля в приборах и технике.

Перед демонстрацией подготовленных опытов был проведен опрос по понятию «потенциал электростатического поля».

Исследуемая группа: 40 студентов 3 и 4 курсов.

Результаты исследования приведено на рисунке 5.

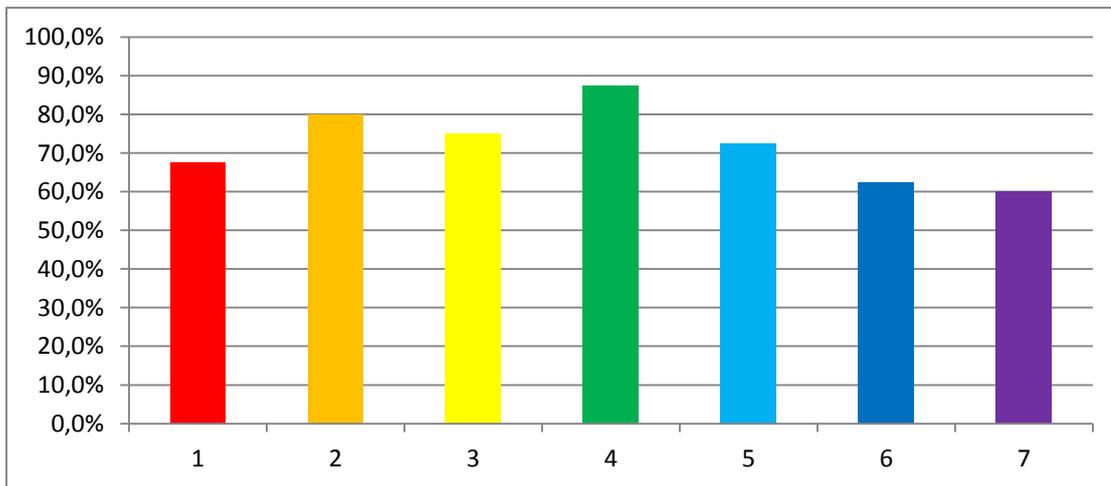


Рисунок 5 – результаты опроса до демонстрации

На основе результатов работ была составлена статистика, представленная на рисунке 6.

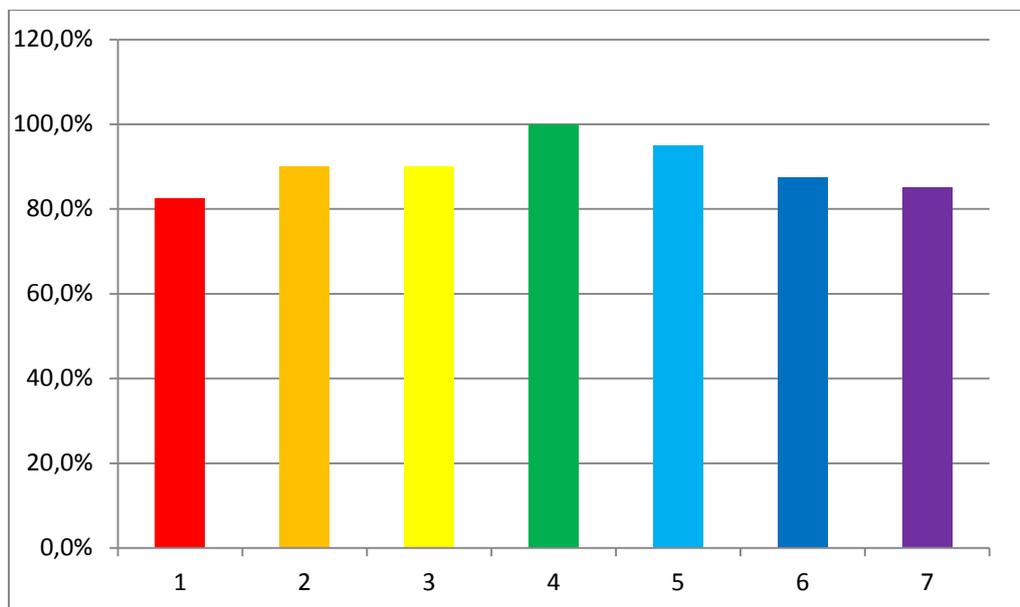


Рисунок 6 – результаты опроса после демонстрации

На основе данной статистике можно сделать вывод, что подобранная демонстрация улучшила результаты 17% процентов участвующих в опросе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При анализе литературных источников мы выделили основные этапы формирования понятий в курсе физики. Их можно разделить на условные 4 группы: знакомство с понятием, обобщение содержания понятия, закрепление понятия, использование и установление связей с другими понятиями. Понятие «потенциал электростатического поля» используется при изучении раздела «Электричество», и непрерывно связано с каждым последующим понятием, изучаемых в данном разделе.

Для успешного усвоения понятия необходимо использовать различные методы обучения на соответствующем этапе. Например, на этапе знакомства с понятием не обойтись без демонстрационного эксперимента, а для закрепления и актуализации знаний лучше использовать самостоятельные работы, направленные на выделение отличий между понятиями.

При изучении методики проведения физического эксперимента нами были выделены следующие требования, в соответствии с которыми были отобраны опыты для наилучшего формирования понятия «потенциал электростатического поля»:

- *наглядность и полнота* – после демонстрации не должно оставаться вопросов о причине явления или проявления фундаментального закона;
- *безопасность* – демонстрационные эксперименты не должны вредить здоровью учащихся и учителя;
- *полнота объяснения* – рассказ должен сопровождаться объяснением на основе фундаментальных законов и экспериментальных закономерностей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферов Л. И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента: учеб. пособие для студентов пед. Ин-тов по физ.-мат. спец./ Л. И. Анциферов, И. М. Пищиков. – М. : Просвещение, 1984. – 255 с. – Текст: непосредственный.
2. Богоявленский Д. Н., Менчинская Н. А. Психология усвоения знаний. М., 1957.
3. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе. Теорет. Основы: учеб. пособие для студентов пед.ин-тов по физ.-мат. спец. / А. И. Бугаев. – М.: Просвещение 1981. – 228 с. Текст: непосредственный.
4. Буров В. А. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе: пособие для учителей. Ч. 1,2 / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. А. Покровский, И. М. Румянцев. – М.: Просвещение, 1979. – 287 с. Текст: непосредственный.
5. Верзилин Н. М. Проблема развития понятий в процессе обучения. // Советская педагогика, 1966, №2.
6. Гальнерин П. Я. О формировании чувственных образов и понятий. // Материалы совещания по психологии в 1955 г. – М., 1957.
7. Гершензон Е. М. – Курс общей физики: электричество и магнетизм: для физ.-мат. фак. пед. ин-тов / Е. М. Гершензон, Н. Н. Малов. - Москва: Просвещение, 1980. - 223 с. – Текст: непосредственный.
8. Грачев А. В. Физика. 10 класс. Базовый и углубленный уровни. / А. В. Грачев, В. А. Погожев, А. М. Салецкий, П. Ю. Боков. – М.: Просвещение, 2019. – 409 с. – ISBN 978-5-09-099509-2
9. Зайцев В. С. Современные педагогические технологии: учебное пособие / В. С. Зайцев. – Челябинск : ЧГПУ, 2012. – 411 с. – ISBN 978- 5-903978-93-9.
10. Залесова Н. В. Формирование научных понятий / Н.В. Залесова // Известия Уральского государственного университета. — Серия 1,

Проблемы образования, науки и культуры. — 2009. — № 4 (68). — С. 126-134.

11. Калашников С. Г. Электричество: учебное пособие. — 6-е изд., стереот. / С. Г. Калашников. — М.: ФИЗМАЛИТИТ, 2003. — 624 с. — Текст: непосредственный.

12. Касьянов В. А. Физика. 10 класс: Углубленный уровень: методическое пособие / В. А. Касьянов. — М.: Дрофа, 2015. — 219 с. — ISBN 978-5-358-14687-7.

13. Касьянов В. А. Физика. Углубленный уровень. 10 класс: учебник / В. А. Касьянов. — 8-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2020. — 480 с. — ISBN 978-5-358-23453-6.

14. Кирик Л. А., Физика-10. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы / Л. А. Кирик. — Х.:Гимназия, 2002. — 192 с. — ISBN 966-7384-01-2.

15. Майер В. В. Электричество: учебные экспериментальные доказательства. / В. В. Майер. — М.: ФИЗМАЛИТ, 2006. — 232 с. — ISBN 5-9221-0648-1.

16. Мешков И. Н. Электромагнитное поле. Ч.1. Электричество и магнетизм / И. Н. Мешков, Б. В. Чириков. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. - 544 с. — URL: [https://ephysics.ru/lib/exe/fetch.php?media=мешков\\_чириков\\_1.pdf](https://ephysics.ru/lib/exe/fetch.php?media=мешков_чириков_1.pdf). — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.

17. Мякишев Г. Я., Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. Организаций с прил. на электрон. носителе: базовый уровень / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М.: Просвещение, 2014. — 416 с. — ISBN 978-5-09-028225-3.

18. Орехов В. П. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. Ч.1/ В. П. Орехов, А. В. Усова. — М. : Просвещение, 1980. — 320 с. — Текст: непосредственный.

19. Орехов В. П. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. Ч.2/ В. П. Орехов, А. В. Усова. – М. : Просвещение, 1980. – 384 с. – Текст: непосредственный.
20. Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 N 413 (ред. от 11.12.2020) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования". – URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
21. Пурышева Н. С., Физика. 10 кл. Базовый уровень: учебник / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. И. Исаев; под ред. Н.С. Пурышевой. – 3-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2015. – 271 с. – ISBN 978-5-358-15499-5.
22. Разумовский В. Г. Основы методики преподавания физики в средней школе / В. Г. Разумовский, А. И. Бугаев, Ю. И. Дик и др. – М.: Просвещение, 1984. – 398 с. Текст: непосредственный.
23. Смирнов В. В. Учителю о подготовке физического эксперимента / В. В. Смирнов // Физика в школе. – 2007. – №7. – С.61-69.
24. Степанова Г.В. Творческое воспитание школьников : пед. мастерские / Г.В. Степанова. – Москва : ЦГЛ, 2006. – 157 с.
25. Усова А. В. Методика преподавания физики в 7-8 классах средней школы: Пособие для учителя / А. В. Усова. – Москва : Просвещение, 1990. – 319 с.
26. Усова А. В. Обучение в школе / А. В. Усова. – под ред. действит. чл. АПН СССР А. В. Запорожца. — 3-е изд., испр.. – Москва : Просвещение, 1981. – 175 с.
27. Усова А. В. Психолого-дидактические основы формирования физических понятий
28. Усова А. В. Самостоятельная работа учащихся в средней школе / А. В. Усова. – Москва : Просвещение, 1981. – 125 с.
29. Усова А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. / А. В. Усова. – М.: Педагогика, 1986.

30. Хорошавин С. А. Техника и технология демонстрационного эксперимента: пособие для учителей / С. А. Хорошавин. – М.: Просвещение, 1978. – 174 с.

31. Шилов В. Ф. Физика: 10—11 кл. : поуроч. планирование: пособие для учителей общеобразоват. организаций/ В. Ф. Шилов. –М.: Просвещение, 2013. – 128 с.