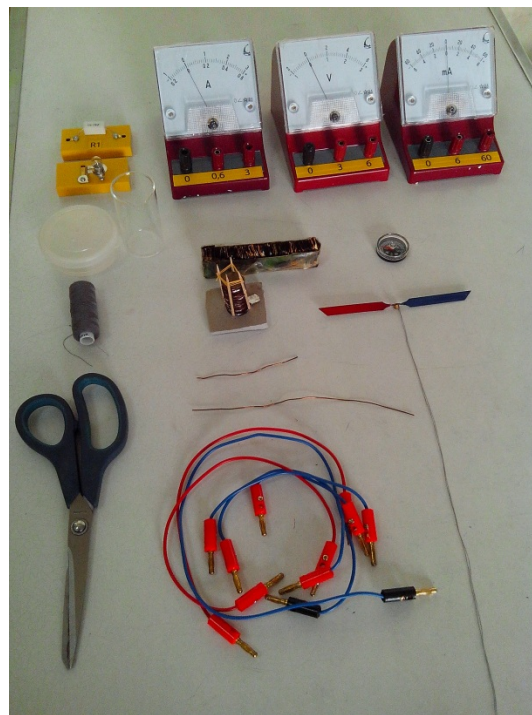


## Историческая реконструкция «Открытие закона Ома» (8 класс)

Урок рассчитан на 80 минут (сдвоенный урок)

Оборудование – по количеству групп. Максимально- 6 групп.

**Оборудование:** амперметры - 6 шт., миллиамперметры – 6 шт., вольтметры – 6 шт., резисторы 1 Ом и 2 Ом – по 6 шт., гальванические элементы – 12 шт., медная и стальная проволока (произвольной длины, одинакового диаметра) – 6 шт., магнитная стрелка на упругой нити-6 шт. (можно использовать компас – 6 шт.), монетки достоинством 50 коп. – 20\*6 шт., уксус или соленая вода (электролит) – 6 емкостей, алюминиевая фольга – 30\*6 кусочков, бумажное полотенце – 6 шт., ножницы – 6 шт., две лампочки различного сопротивления, источник тока демонстрационный, соединительные провода – 7 комплектов, раздаточный материал (либо доступ в интернет в компьютерном классе).



У.: Перед вами источник тока известного напряжения и две лампочки известного сопротивления. Также известна сила тока, при которой каждая лампа может перегореть. Какую из этих двух ламп я могу подключить к источнику, чтобы она не перегорела?

Ученики:

- Ту, у которой сопротивление меньше, тогда на ней будет маленькое напряжение.
- Нет, ту, у которой сопротивление больше, чтобы по ней пошел ток меньшей силы.
- Просто так подключать нельзя, ведь, в случае неправильного подключения, лампа придет в негодность. Необходим расчет.

У.: А что Вам необходимо рассчитать?

- Нам необходимо узнать связь силы тока, напряжения и сопротивления. Т.е. узнать, что от чего и как зависит.

У.: Попробуем сегодня ответить на это вопрос. Для этого совершим путешествие в прошлое. Представьте: за окнами начало 19 века. Многие ученые бьются над загадкой природы электричества, многие сведения уже были открыты, многое уже было известно, но далеко не всё. Не хватает знаменитого закона электродинамики. Именно он поможет нам определиться с выбором лампочки. Но вначале, давайте вспомним, что представляет собой эл. ток и какие его характеристики вы знаете?

- Упорядоченное (направленное) движение носителей заряда.
- Сила тока, эл. напряжение, эл. сопротивление.

У.: С чем вы могли бы сравнить направленное движение частиц и почему?

– С движением людей в метро в одну сторону, если это ток в проводниках, и в противоположные стороны, если это ток в жидкостях, например.

– А можно еще с потоком воды из крана. Она льется в одном направлении.

У.: Физик Георг Ом изучал ток в проводниках и представлял такую модель: вода — некое подобие электрического тока, образуемого направленным движением электронов в проводнике, а напряжение — аналог давления (напора) воды. Сопротивление — это та сила противодействия среды их движению, которую электронам или воде приходится преодолевать, в результате чего производится работа и выделяется теплота.

Ребята, а если подать сильный напор воды, что будет с температурой трубы, по которой она течет?

– Скорее всего труба нагреется. Это произойдет из-за взаимодействия (трения) воды о металлическую трубу при сильном напоре. Воды необходимо будет преодолевать сопротивление, при этом она будет немного нагреваться.

У.: Скажу, что Ом считал, что в водопроводной трубе, чем выше давление воды (т.е. больше перепад высот в трубе), тем относительно большая доля энергии расходуется на преодоление сопротивления в трубах, поскольку в них усиливается турбулентность потока.

Если вспомнить нашу аналогию тока с потоком воды, какой вывод можно сделать о связи характеристик эл. тока?

– Чем больше напряжение, тем больше сопротивление.

У.: Вы высказали мнение Георга Ома в тот период. Он утверждал о зависимости сопротивления и напряжения на концах проводников.

У.: А как нам выяснить, так ли это на самом деле?

Учащиеся: Поставить эксперимент.

У.: Но для этого еще нужно придумать экспериментальную процедуру и собрать экспериментальную установку. С учетом того, что во времена Ома еще не было известных нам приборов и источников тока, задача, стоящая перед Г. Омом, была очень непростой.

Итак, перенесемся в 1820 г. Вспомним, в чем заключается магнитное действие тока, открытое в этот период?

– Если поместить проводник с током вблизи магнитной стрелки, например, стрелки компаса, то стрелка будет отклоняться.

У.: Понятие «электрический ток» получило в 1820 г. количественную определенность: ток вызывает магнитную силу, пропорциональную силе тока. Долгое время вообще не говорили о силе тока, фигурировало понятие «магнитное действие». И Георг Ом после 1820 года пытался найти закономерность, связывающую магнитное действие тока с величинами, характеризующими элементы замкнутой цепи.

У.: Познакомьтесь, какое изобретение помогло Ому. Как он воспользовался данным изобретением? Не забывайте, что понятия силы тока, напряжение, ЭДС еще не было сформулировано. Вместо источника постоянного тока использовался Вольтов Столб.

Учащиеся знакомятся с изобретением Иоганна Швейгера – мультипликатором, он состоял из нескольких витков провода, внутри которых помещался компас.

– Вероятно, Ом использовал мультипликатор как современный амперметр или гальванометр.

У.: Изучая закон Кулона, мы познакомились с крутильными весами. Напомните, в чем принцип их работы.

Учащиеся (вспоминают, проговаривают)

У.: Предложите схему установки, которую мог бы использовать Ом для решения своей проблемы. Как она должна была бы работать?

Учащиеся предлагают разные схемы. Некоторые описывают схему с крутильными весами, упругой нитью, вольтовым столбом и мультипликатором. Предполагают, что о силе тока Ом судил по углу поворота магнитной стрелки мультипликатора.

У.: Что необходимо помнить во время проведения эксперимента?

Учащиеся вспоминают о правилах проведения эксперимента и необходимости изменения только одного параметра.

Какой параметр должен быть постоянным, учитывая, что Ом искал связь между эл. напряжением и сопротивлением?

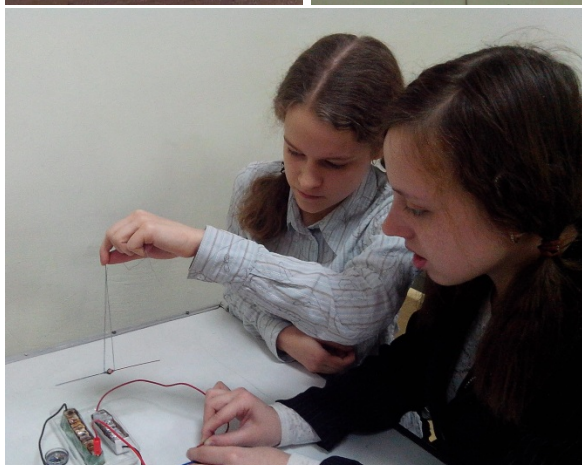
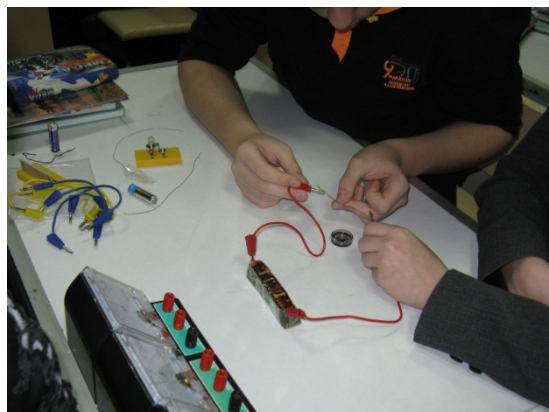
Ученик: Сила тока.

У.: Какие показания могли бы убедить Ома в том, что сила тока неизменна?

Ученик: угол поворота магнитной стрелки должен быть одинаков.

У.: Попробуйте из предложенных материалов собрать установку Ома и повторить его эксперимент.

Учащиеся выполняют эксперимент, изготавливая вольтов столб (можно предложить изготовить его заранее), различные проволоки, магнитную стрелку, делают выводы.



У.: К каким выводам вы пришли? Какие трудности возникли? Запишите свои выводы и выводы других групп.

Группы 1: Мы использовали в качестве проводника проволоки разных длин. При уменьшении длины проволоки угол отклонения магнитной стрелки, а, следовательно, сила тока уменьшались. А конструкцию источника мы не меняли. Т.е. можно утверждать о связи силы тока и проводимости (сопротивления) проводника.

Группа 2: Мы использовали проволоки из одного вещества разной длины и один и тот же источник. Получалось, чем больше длина проволоки (сечение ее не

изменялось), тем меньше было отклонение стрелки, следовательно, тем меньше сила тока. Следовательно, на силу тока влияет проводимость проводника (а именно его длина).

Группа 3: Мы также использовали один и тот же проводник и источник. Заметили, что стрелка отклонялась на один и тот же угол, следовательно, сила тока не изменялась. Решено было взять источник большего напряжения (мы решили, что увеличив длину Вольтова столба, увеличим напряжение) – сила тока возросла. Т.е. мы можем утверждать о связи силы тока и напряжении при постоянном сопротивлении.

Группа 4: Мы использовали один и тот же проводник и источник – Вольтов столб. Точной зависимости нам получить не удалось. Проводя эксперимент несколько раз, увидели, что сила тока с течением времени постепенно уменьшалась, а сопротивление – нет. Следовательно – изменялось напряжение на источнике.

Группа 5: Мы использовали вначале один источник тока, потом два вместе, тем самым, изменив напряжение. Сопротивление не меняли. Стрелка во втором случае отклонилась на больший угол, что свидетельствует об изменении (увеличении силы тока). Вывод: при изменении напряжения изменяется сила тока при постоянном сопротивлении.

*Таким образом, группы 1-2 получили приблизительную зависимость силы тока от сопротивления проводника.*

*Группа 4 заметила, работая с Вольтовым столбом, что точной закономерности выявить не удастся. Малая сила тока, приблизительное определение её по повороту стрелки, уменьшение со временем ЭДС источника. Всё это не давало возможности получить точный результат.*

*Группы 3 и 5 установили зависимость силы тока от напряжения.*

У.: Прочтите, совпадают ли ваши предположения с ходом эксперимента Ома и ваши выводы с теми, что получил. Узнайте, какие появились проблемы в ходе эксперимента, подумайте, как Ом сумел преодолеть возникшие трудности.

– Вначале Ом считал, что сопротивление вещества зависит от приложенного напряжения, для обоснования этого он использовал связь электричества и гидродинамики. Дальнейшие опыты опровергли это.

– В дальнейших опытах Ом не смог получить точной количественной зависимости и вывести свой закон, так как изменялись все параметры эксперимента (изменялась ЭДС источника – Вольтова столба).

– Новые открытия термоэлектричества помогли Ому. Он использовал термопару в качестве источника, что позволило ему плавно регулировать и поддерживать постоянным напряжение.

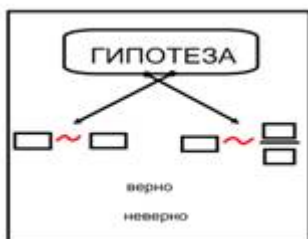
– Ому пришлось пройти длинный путь от ошибок в теории, до ошибок в эксперименте, чтобы совершить открытие. Но его опыты доказывают, что одно открытие неизбежно влечет за собой другое.

У.: В 1832 г. (через пять лет после открытия!) Фарадей посвящает специальную серию исследований доказательству тождественности «обыкновенного», гальванического электричества, термоэлектричества и т. д. Как вы полагаете, важно ли в законе Ома, открытом, гораздо раньше, какую природу имеет ЭДС: тепловую, химическую и т.п.? Была ли необходимость Фарадею доказывать эту тождественность?

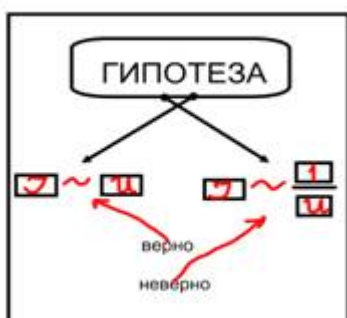
– Думаю, что нет. В законе Ома тождественность очевидна. Ведь в выведенную Омом формулу входили величины, безразличные к качеству (природе) элементов цепи.

У.: Мы получили только качественную зависимость в ходе своего эксперимента, а Ом – количественную. Попробуем с помощью современных приборов повторить опыт Ома и вывести формулу, которой пользуются в настоящее время для расчетов электрических цепей.

Но, вначале, вспомнив о существовании прямой и обратной зависимостей, **предположите, как могут зависеть друг от друга сила тока, эл. напряжение и эл. сопротивление.** Для этого, каждая группа заполняет 3 схемы, которые позволяют выдвинуть гипотезу о зависимости силы тока и напряжения.



Учащиеся записывают свои гипотезы. (варианты записей различные. У большинства зависимость указана верно. У некоторых отмечено, что сопротивление постоянно. Интерпретация формулы в разных видах)



У.: Как, с помощью имеющихся на Ваших столах приборах, которых не было в распоряжении у Г. Ома, Вы могли бы достичь поставленной задачи?

– Собрать электрическую цепь и изменяя в ней напряжение, посмотреть, как будут изменяться значения силы тока и эл. сопротивления.

– Можно изменять не напряжение, а увеличивать сопротивление цепи, благодаря подключению дополнительных резисторов, т.е. удлиняя цепь.

У.: Предлагаю поработать в группах:

- Спланируйте, как вы будете выполнять эксперимент на каждом этапе. Запишите эти этапы.
- Чем вы завершите свой эксперимент?
- Какое конкретно Вам оборудование необходимо для проведения эксперимента?
- Как должна выглядеть схема необходимой Вам эл. цепи?
- Сделайте в тетради таблицу, в которую Вы занесете экспериментальные данные.
- Запишите выводы, проанализировав результаты эксперимента. По возможности сделайте графики обнаруженных зависимостей.

Учащиеся выполняют работу. Фиксируют выводы групп на доске.

В результате у учащихся в той или иной форме записан закон Ома для участка цепи.

Выводы групп:

Группа 1: Сила тока линейно зависит от эл. напряжения, обратно пропорциональна эл. сопротивлению. Эл. сопротивление не зависит от силы тока в проводнике и напряжения на его концах.

Группа 2: Эл. напряжение прямо пропорционально силе тока.

Группа 3: Эл. сопротивление прямо пропорционально напряжению и обратно пропорционально силе тока. Но, не меняется при изменении этих величин.

Группа 4: Сила тока прямо пропорциональна напряжению на участке и обратно пропорциональна сопротивлению участка.

Группа 5: Отношение эл. напряжения на концах проводника к силе тока не изменяется.

У.: Прочтите современную формулировку закона Ома для участка цепи. Сравните со своими выводами из эксперимента. Запишите эту формулировку, если она не совпала с Вашей. Графическая зависимость, которую вы сами изобразили, носит название вольт-амперной характеристики.

Учащиеся сравнивают. Делают записи.

У.: Используя библиографическую справку, установите и запишите в таблицу в хронологическом порядке

- какие же выводы сделал Ом;
- какие трудности и противоречия ему пришлось преодолеть;
- какие открытия предшествовали и помогли открытию Ома;
- в чем смысл закона Ома.

Ученик 2: В 1827 году в своей крохотной лаборатории в Кельне Ом соорудил установку, которая помогла ему прийти к выводу, что электрический ток ведет себя точно так же, как водный поток в наклонном русле: чем больше перепад уровней и свободнее путь, тем поток сильнее. Так же и с током: чем больше электровозбудительная сила батареи и меньше сопротивление току на его пути, тем сила тока больше.

Ученик 3: Ом так же считал, что в водопроводной трубе, чем выше давление воды (т.е. больше перепад высот в трубе), тем относительно большая доля энергии расходуется на преодоление сопротивления в трубах, поскольку в них усиливается турбулентность потока. Ом вначале думал о зависимости сопротивления от напряжения. Затем он все же установил зависимость силы тока от напряжения.

Ученик 4: Опыты Дэви по исследованию проводимости различных металлов, открытие магнитного действия тока (Х.Эрстед), опыт Кулона по расчету электрической постоянной с крутильными весами. Изобретение мультипликатора Швейгером в 1820 г. Открытие термоэлектричества (Т. Зеебек, 1822 г.),

Ученик 5: Без закона Ома невозможно выполнить правильно ни один электротехнический расчет.

Учащиеся заполняют таблицу.

Последовательность открытий (год)	Авторы открытий	Вывод ученого (закон, правило, прибор)

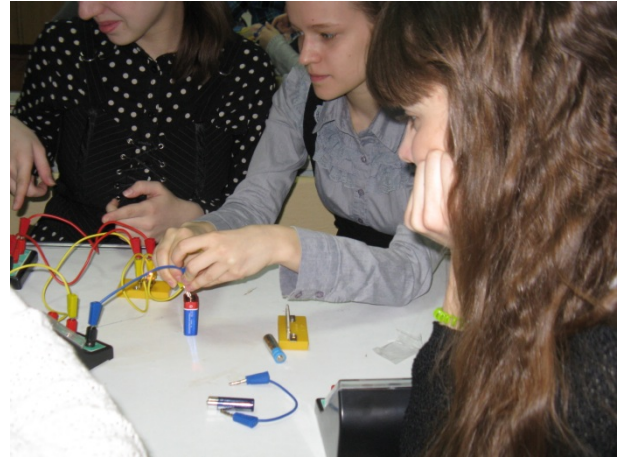
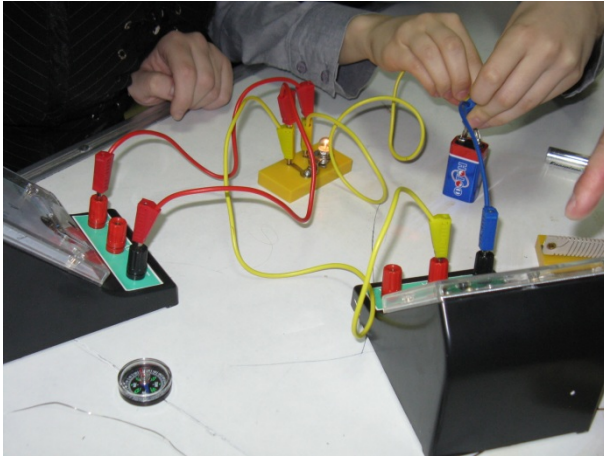
**Пример заполнения таблицы**

Последовательность открытий (год)	Авторы открытий	Вывод ученого (закон, правило, прибор)
1785 г.	Огюстен де Кулон	Закон Кулона
1802 г.	Василий Владимирович Петров	Обнаружил, что действие «вольтова столба» уменьшается при увеличении длины «замыкающей дуги» (внешней цепи) и увеличивается при увеличении ее поперечного сечения.
1805 г.	Иоганн Вильгельм Риттер	Установил, что действие столба при неизменном напряжении зависит от суммы проводимости в столбе и замыкающей дуге
1820 г.	Георг Ом	Исследование природы происходящего в электрических цепях: зависимость проводимости и напряжения
1820 г.		Открытие магнитного действия тока и установление пропорциональности между силой тока и магнитной силой. Понятие «электрический ток» получило количественную определенность: ток вызывает магнитную силу, пропорциональную силе тока.
1820 г.	Иоганн Швейгер	Изобрел первый прибор для измерения силы тока — мультипликатор.
1821 г.	Гемфри Дэви	Доказал, что проводимость пропорциональна площади поперечного сечения проволоки и обратно пропорциональна ее длине.
1822 г.	Томас Иоганн Зеебек	Изобрел первую термопару - источник термоэлектродвижущей силы
1826 г.	Георг Ом	Ввел понятие «электроскопической силы», использовал понятие силы тока и записал закон для участка цепи уже в форме, близкой к современной.

У.: О значении исследований Ома точно сказал профессор физики Мюнхенского университета Е. Ломмель при открытии памятника ученому в 1895 году: «Открытие Ома было ярким факелом, осветившим ту область электричества, которая до него была окутана мраком. Ом указал единственно правильный путь через непроходимый лес непонятных фактов. Замечательные успехи в развитии электротехники, за которыми мы с удивлением наблюдали в последние десятилетия, могли быть достигнуты только на основе открытия Ома. Лишь тот в состоянии господствовать над силами природы и управлять ими, кто сумеет разгадать законы природы. Ом вырвал у природы так долго скрываемую тайну и передал ее в руки современников».

У.: Какую же все таки лампочку необходимо включить в нашу цепь?

–: Ту, которая имеет большее сопротивление (рассчитывают его, используя закон Ома для участка цепи). Включают цепь, наблюдают свечение лампочки.



У.: Предложите, какие исследования, вы могли бы провести, какие проекты предложить, ознакомившись с работами Георга Ома?

Предложения учащихся:

1. Проанализировать открытия, которые свершились, благодаря открытию закона Ома и создать на основе этого анализа методический материал со схемами экспериментальных установок: «По следам великих открытий» (проект)
2. Исследовать проводимость различных материалов и найти техническое применение полученным результатам.
3. Выяснить, для каких веществ не выполняется закон Ома, т.е. найти границы его применимости.

#### Комментарии к уроку:

1. Тема «Закон Ома» - одна из основных при изучении постоянного электрического тока как в 8, так и 10 классах. Отличие лишь в том, что в 8 классе изучается закон Ома для участка, а в 10-м для полной цепи. Данный урок можно проводить полностью в 8 класса, но вводя предварительно понятия термоэлектричества, проводимости, ЭДС, эл. сопротивления, внутреннего и внешнего сопротивлений, турбулентности (на уровне, доступном для понимания учащимися 8 класса), либо в соответствии с учебной программой в 10-м классе. Учащиеся должны иметь представление о принципе действия и устройстве электроизмерительных приборов: амперметра, вольтметра, гальванометра; знать о магнитном действии электрического тока. Необходимо помочь ученикам вспомнить, в чем заключается прямая и обратная зависимость, как построить график зависимости одной величины от другой.
2. Так как ученики в нашем лицее изучают электричество в 6 классе, было сложно помочь им «забыть» уже известное (они знают о существовании зависимости силы тока и напряжения). Но уже в начале урока, после рассмотрения аналогии с водой, ребята уже задумались о том, существует зависимость сопротивления от напряжения. Были высказаны противоречивые мнения.
3. Вольтов столб был изготовлен учащимися дома заранее (для экономии времени).
4. При проведении эксперимента возникли следующие трудности: малая сила тока при подключении проволоки к Вольтову столбу (необходимо использовать миллиамперметр). Для лучшей наглядности и более точного определения угла поворота желательно использовать компас, а не стрелку на нити. Хотя даже при малых токах опыт все же удается. Повторение опыта Ома



использованием термопары затруднительно, так как необходимо использовать определенный металл, лед и кипящую воду. Поэтому данную информацию учащиеся получают из доп. источников.

5. Для оформления зависимости желательно предложить таблицу-заготовку (иначе у некоторых учащихся возникают затруднения в записи формулы). Формула в 6-м классе не дается.
6. Вызвало интерес придумывание учащимися схемы для проведения опыта Ома. Проводя эксперимент, ребят заинтересовал поворот стрелки, некоторые пытались его измерять транспортиром, внутри групп были споры по поводу выводов. Удивление тому факту, что ток постепенно уменьшается при остальных неизменных параметрах. Участники одной группы не смогли получить точной количественной зависимости при использовании Вольтова столба.
7. В итоге после проведения первого эксперимента ребятам стало понятно, что Ом использовал ошибочное сравнение, поэтому зависимости сопротивления от напряжения ему получить не удалось. И также Ом не учел потерю напряжения в источнике. Как объяснили дети – ЭДС уменьшилась, так как «закончилась» химическая реакция между кислой средой и металлом.
8. В итоге урока возник вопрос «А для всех ли веществ будет выполняться закон?»; т.о. появилась цель дальнейшего исследования: экспериментально установить границы применимости закона.
9. Понравился вопрос: «А благодаря закону Ома, какие открытия появились в дальнейшем?» Это говорит о том, что ребята «ухватили» цепочку открытий и им стало интересно дальнейшее развитие науки.

Порадовал итог после проведения рефлексии: детям захотелось узнать, как были открыты другие законы. Они поняли, что открытие сделать не просто, для этого надо проделать большой путь и не одному человеку, но это возможно. Я услышала фразу: «А когда я вырасту, я обязательно сделаю открытие или изобрету то, что будет необходимо человечеству!»