



**ESTES  
(ЭСТЕС)**

EDUCATOR.com™

Развлекательное обучение  
запуску ракет

# Обучающее руководство по пусковым системам моделей ракет

Включает: Схемы, Теорию электрической части и Проблемы  
исследования

Подготовлено к печати и  
дополнено Энн Гримм (Ann  
Grimm) [EstesEducator.com](http://EstesEducator.com)



[educator@estesrockets.com](mailto:educator@estesrockets.com)

800.820.0202

© 2012 Estes-Cox Corp. (Эстес-Кокс Корпорэйшн)

## СОДЕРЖАНИЕ

Пусковые системы моделей ракет.....	1
Символы, используемые на электрической цепи.....	2
Принципы электрической цепи.....	3
Электрическое функционирование системы управления пуском.....	7
Электрические расчеты.....	8
Электрические неполадки, включая систему электрического зажигания .....	12
Схемы многоствольной пусковой установки.....	15



Est. 2811

© Авторское право 1969, 1976, 1999 Центури Корпорэйшн  
(Centuri Corporation). Все права защищены.

# ПУСКОВЫЕ СИСТЕМЫ МОДЕЛЕЙ РАКЕТ

Системы запуска для моделей ракет должны выполнять две различные функции. Первая функция заключается в том, чтобы держать ракету перед и во время запуска. Вторая функция – запускать ракетный двигатель. Electron Beam® контроллер запуска обеспечивает надежное портативное зажигание с собственным встроенным источником питания.

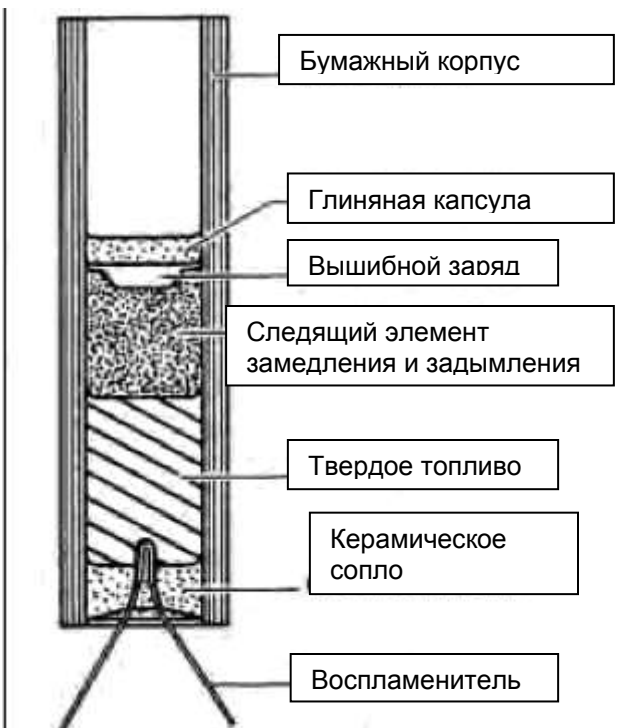


Для безопасного, прогнозируемого полета, модель ракеты следует удерживать в нужном положении перед запуском и вести в течение первых долей секунды полета, пока она не наберет достаточно скорости для своих плавников, чтобы поддерживать полет ракеты в нужном направлении.

Устройство, выполняющее

эту функцию, должно быть разработано так, чтобы нацелить ракету вверх. Она может быть сделана регулируемой, так чтобы модель могла быть "направлена" вертикально или в пределах 30° в любую сторону перпендикулярно с поправкой на режим ветра.

## МОДЕЛЬ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ



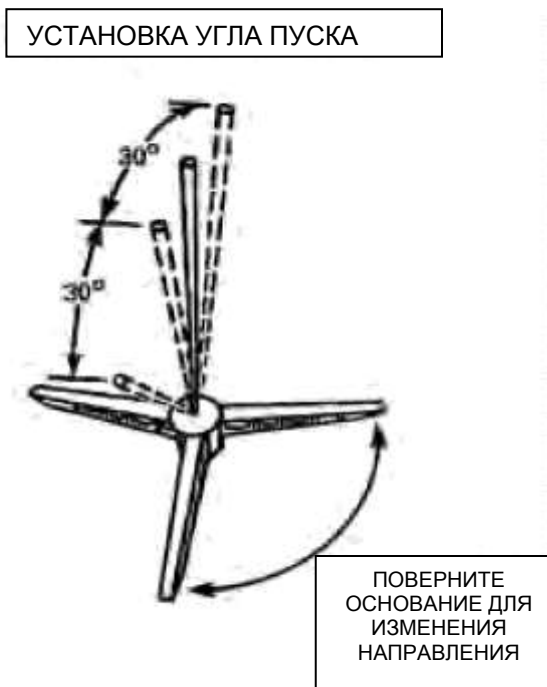
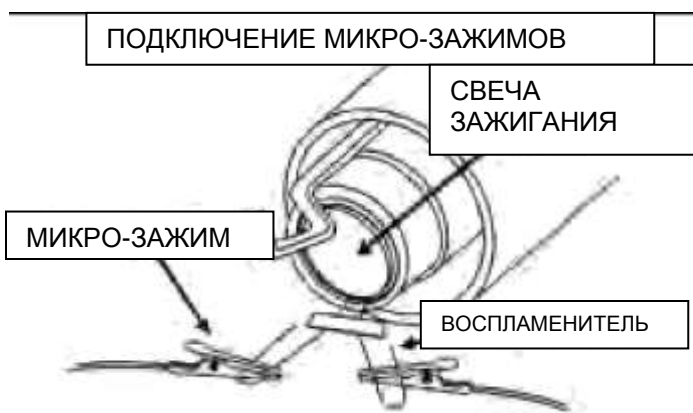
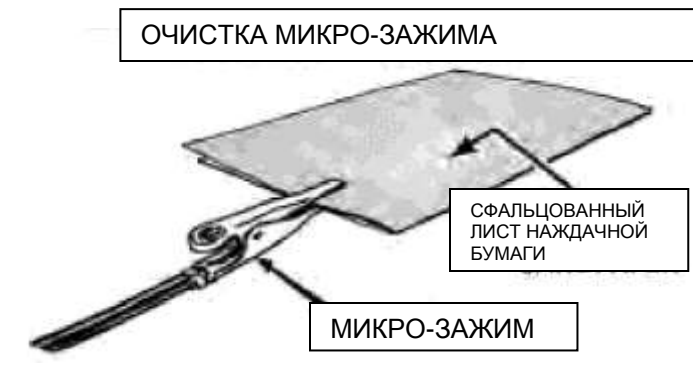
Небольшая трубка (узел запуска) на модели надевается на стержень, удерживая ракету прямо на стержне. К тому времени, узел запуска модели ракеты оставляет запускной стержень, пока ракета движется достаточно быстро для своих плавников, чтобы обеспечить надлежащее управление для поддержания движения ракеты в нужном направлении.

Вторая функция системы запуска должна выполняться, чтобы обеспечить надлежащий электрический ток для зажигания двигателя. Электрический ток обеспечивает зажигание двигателя путем нагревания воспламенителя, который производит достаточное количество тепла, чтобы вызвать воспламенение твердого топлива. Воспламенитель должен быть размещен с изгибом вплоть до нижней части сопла и плотно соприкоснуться с воспламенителем. Воспламенитель должен прочно закрепляться на месте с запальной свечой так, чтобы вес микро-зажимов и провода не оттягивал его от воспламенителя. Около 90% неудачных запусков вызваны несоблюдением этого правила.



Электрический ток, подаваемый системой зажигания, является достаточным для нагревания воспламенителя, что приводит к возгоранию топлива. Термопластичное покрытие на конце воспламенителя помогает защитить от «короткого замыкания» воспламенителя самого себя в результате недостаточного тепла, получаемого топливом для осуществления зажигания. Покрытие на воспламенителе также возгорается, когда воспламенитель нагревается, производя дополнительное тепло для быстрого зажигания двигателя. Ослабленные соединения не будут должным образом проводить весь необходимый электрический ток.

Микро-зажимы, которые прикрепляются к воспламенителю, обеспечивают надежные соединения для надежного крепления воспламенителя и надлежащего прохождения электрического тока. При необходимости, микро-зажимы должны очищаться перед каждым полетом.



Пластина газотрагателя используется для защиты пластиковой основы Porta Pad® II от тепла, производимого выхлопными газами ракеты.

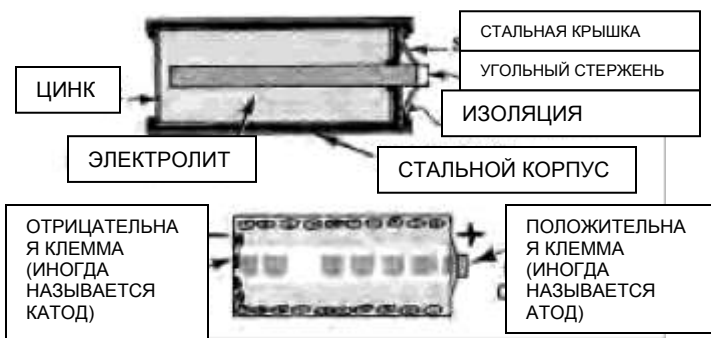
## СИМВОЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

	ОСНОВАНИЕ
	ПРОВОД
	ДВА СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДА
	ДВА НЕСОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДА
	ТРИ СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДА
	ЧЕТЫРЕ СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДА
	ДВА НЕСОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДА
	ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ (РАЗОМКНУТЫЙ)
	ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ (ЗАМКНУТЫЙ)
	СОПРОТИВЛЕНИЕ
	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СВЕТ
	ОДИН СУХОЙ ЭЛЕМЕНТ (ПРОИЗВОДИТ 1.5 ВОЛЬТ)
	БАТАРЕЯ (БАТАРЕЯ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ДВА ИЛИ БОЛЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ, СОЕДИНЕННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО)

# ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Электрический ток представляет собой поток электронов. Цепь – это путь, по которому следует электрический ток. Электроны будут проходить только тогда, когда цепь замкнута. По сути, электричество должно поступать из какого-то места и куда-то идти. Любая точка, за которой электрон не может идти из-за неплотного соединения или несоединенных проводов, прерывает путь, по которому должны следовать электроны, и, следовательно, размыкает цепь.

Когда цепь замкнута, электроны будут проходить от минуса источника питания через цепь, и вернуться к тому же источнику через свою положительную клемму. Мигающий свет сухого элемента является общим источником электрической энергии.

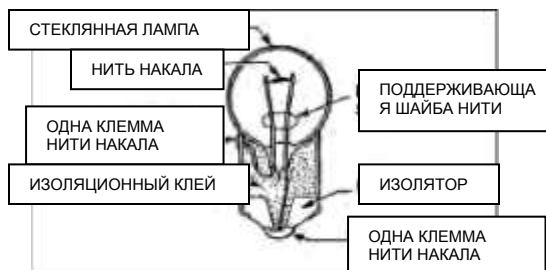


"Сухой" элемент высвобождает электроны посредством химических реакций, протекающих в элементе. Структура типичного "сухого" элемента показана на рисунке выше. Черный "загущенный" электролит состоит из частиц углерода и химических веществ. Химические реакции высвобождают электроны, которые накапливаются на цинковой пластине. Эти электроны движутся через цинковую пластину, так как это проводник электричества. Эта концентрация электронов на цинковой пластине производит избыток электронов на отрицательной (цинковой) клемме «сухого» элемента.

Когда замкнутая цепь выполняется путем соединения двух клемм с проводом, электроны, которые сконцентрированы на отрицательной клемме, будут проходить через провод к положительной клемме. Этот поток является электрическим током.

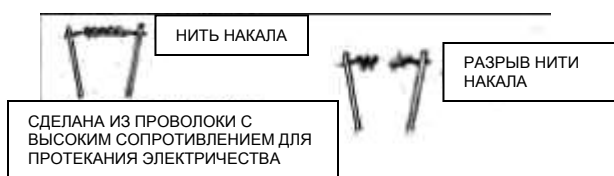


Эти электроны не могут покинуть отрицательную клемму, если только нет способа для того, чтобы они могли перетечь обратно в элемент через положительную клемму. Когда этот путь существует, мы можем говорить, что у нас есть закрытая или замкнутая цепь. Если этот путь прерывается, мы называем это разомкнутой цепью.



Электрическая лампа (например, сигнальная лампа для системы зажигания) не будет гореть, если электричество не протекает через нее. Две клеммы лампы продемонстрированы на приведенном выше чертеже. Электроны могут входить через любую клемму и выходить через другую.

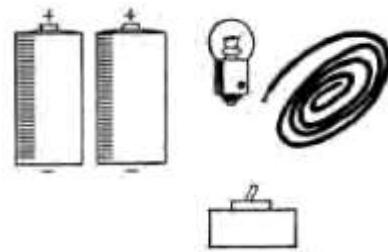
Лампа светится, потому что электричество, протекающее через лампу, приводит к нагреванию нити накаливания провода внутри лампы. Достаточное тепло производится для того, чтобы сделать лампу раскаленной (настолько горячей, что она светится). Сопротивление, своего рода "электрическое трение", вызванное электронами, движущимися через нить накаливания, нагревает ее. Нить накаливания светится, когда достаточное электричество протекает через нее.



Нить накаливания не будет светиться, когда электрическая цепь не замкнута. Наиболее распространенный тип сбоя работы электрической лампы происходит, когда часть нити плавится или разрывается, тем самым делая цепь незамкнутой. Так как нить накаливания находится внутри герметичной стеклянной лампы, как только она разрушается или плавится на две отдельные части, лампа становится непригодной. Разрушение лампы для повторного соединения двух частей нити может замкнуть цепь, но только временно, так как разрушение лампы позволяет кислороду соприкоснуться с нитью накаливания. Как только нить нагревается повторно, она быстро окисляется («горит») и разрушается. Герметичная лампа содержит азот или инертный газ, который не вступает в реакцию с горячей нитью накаливания.

Чтобы проверить, что вы узнали об электрических цепях, тщательно изучите каждый вопрос и сопровождающий чертеж, а затем принимайте решение относительно ответа на вопрос.

Если мы возьмем два 1,5-вольтовых сигнальных сухих элементов (часто неправильно называемых сигнальными "батареями"), выключатель, провод и сигнальную лампу, мы можем сделать тип фонарика.



1 Будет ли лампа светиться, если части соединены, как показано ниже?



**Ответ:**

Нет. Провод от лампы не подключен к отрицательной клемме второго сухого элемента, так что схема является незамкнутой.

3 Будет ли лампа светиться, когда цепь подключена таким образом?



**Ответ:**



Нет. Два сухих элемента расположены со своими отрицательными клеммами вместе. Электричество не будет протекать от отрицательной клеммы одного сухого элемента к отрицательной клемме другого сухого элемента, когда два сухих элемента имеют равные напряжения, которые действуют в противоположных направлениях.

2 Что произойдет, если схема подключена, как показано здесь?



**Ответ:**

Ничего. Схема еще не замкнута. Электричество не может протекать, когда клеммы двух сухих элементов не соприкасаются.

4 Что произойдет, если схема подключена таким образом?



**Ответ:**

Два сухих элемента быстро разрядятся. Лампа не будет гореть, так как электричество не протекает через лампу. Цепь не замкнута без лампы. Провод, проводящий электричество, будет нагреваться. Это нагревание происходит из-за большого количества электричества, проходящего через провод, так как это вызывает "короткое замыкание" сухих элементов и позволяет растрачиваться всей электрической энергии.

5 Что произойдет, если схема подключена таким образом?



**Ответ:**

Лампа будет светиться, потому что только половина количества электричества нормально используется для того, чтобы свет, производимый лампой, проходил через нее. Это количество электричества, не производит достаточно "электрического трения", чтобы вызвать достаточное нагревание нити накаливания, чтобы она ярко светилась.

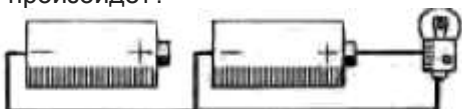
6 Что произойдет, если схема подключена таким образом?



**Ответ:**

Лампа будет светиться слабо, как это было в прошлый раз. Второй сухой элемент подключен только с его положительной клеммой и не может поддержать поток электронов через лампу.

7 Если провод подключен таким образом, что произойдет?



**Ответ:**

Лампа еще слабо светиться. Хотя второй сухой элемент подключен к цепи на ее отрицательной клемме, второй сухой элемент не подключен к положительной клемме, чтобы образовать замкнутую цепь, таким образом, это не может способствовать прохождению потока электронов через лампу.

8 Что произойдет, если мы подключили схему таким образом?



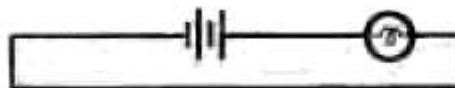
**Ответ:**

Лампа будет гореть ярко! Таким образом цепь и должна подключаться. Электричество (электроны) может протекать от отрицательной клеммы первого сухого элемента через второй сухой элемент при отрицательной клемме. Электроны затем проходят через нить накаливания лампы, вне лампы и к положительной клемме первого сухого элемента замыкающей цепи.

9 Нарисуйте электрическую схему приведенной выше цепи. Если вы забыли правильные электрические символы, см. стр. 2, прежде чем чертить эту схему.



**Ответ:**



Использование символов в электрической схеме такого рода, является своего рода условными обозначениями, используемыми, чтобы ясно показать части цепи и способы, которыми они связаны между собой.

10 Один недостаток состоит в том, что если бы мы оставили эту цепь подключенной, как в шаге 9, сухие элементы быстро потеряли бы способность производить электричество. Это происходит потому, что вся химическая энергия будет преобразована в электрическую энергию, теплоту и световую энергию. Элементы стали бы не способны производить больше электроэнергии. Вместо подключения и отключения проводов каждый раз, когда мы хотим, чтобы включить фонарик и выключить, мы можем просто установить переключатель.

**Ответ:**

Сухие элементы, соединенные таким образом, как говорят, соединены «последовательно».

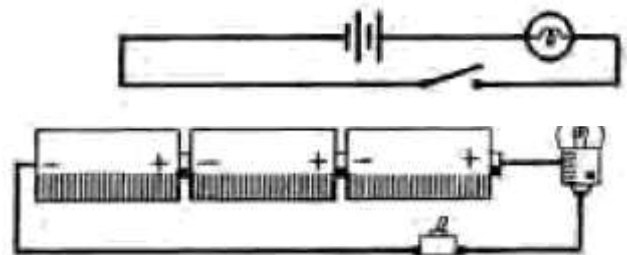


Нарисуйте электрическую (структурную) схему этой электрической цепи

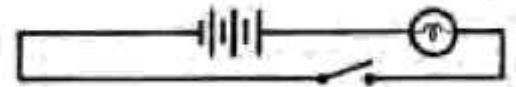
11 Что произойдет, если очень сухой элемент должным образом добавлен в схему?

**Ответ:**

Лампа будет производить больше света, потому что больше электронов будет протекать. В результате увеличения потока электронов, лампа производит больше света (и больше тепла).



Нарисуйте электрическую схему этой цепи.

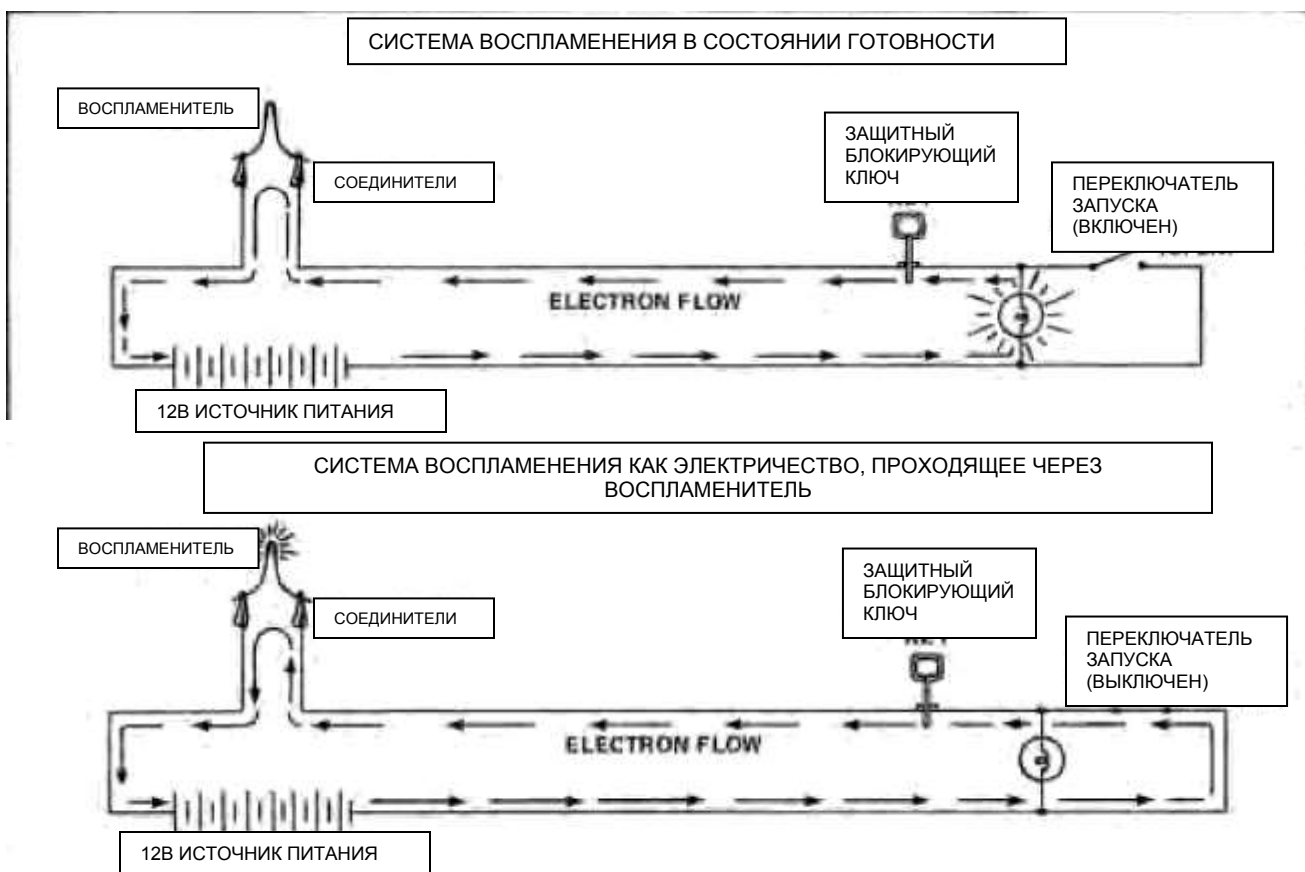




# ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУСКОМ

Защитный блокирующий переключатель является необычным типом переключателя. Он всегда открыт (незамкнутая цепь), если только защитный блокирующий ключ не вставлен в нее, чтобы замкнуть цепь. После того, как ключ вставлен, электричество может течь от сухих элементов, через провод к микро-зажимам, через воспламенитель, прикрепленный к микро-зажимам, через другую длинную пару проводов к лампе, через защитный блокирующий ключ, через лампу и обратно в сухие элементы. (ПРИМЕЧАНИЕ: Электричество может течь через части в корпусе переключателя в противоположном направлении, в зависимости от того, каким способом Вы подключили длинную пару проводов между основанием пусковой установки и корпусом управляющего выключателя). Этот поток будет происходить, только если все соединения выполнены правильно. Если электрический ток не течет, проверьте электропроводку системы и убедитесь, что все сухие элементы расположены правильно.

С встроенным защитным блокирующим ключом, лампа будет гореть непрерывно, если воспламенитель правильно подключен к микро-зажимам. Лампа не загорится, если электричество не проходит через воспламенитель, или микро-зажимы замкнуты. В последовательной цепи, все части соединены вместе, одна за другой, как бусины на ожерелье. Сопротивление лампы настолько велико, что недостаточное количество электроэнергии может протекать в этой последовательной цепи, чтобы вызвать нагревание воспламенителя. Нажатие кнопки запуска закрывает выключатель, что позволяет электроэнергии обходить лампу. Это "замыкает" лампу и позволяет электроэнергии протекать через воспламенитель без протекания через лампу с высоким сопротивлением. Достаточное электричество теперь протекает через воспламенитель, чтобы нагреть его до температуры воспламенения топлива. Очень быстро после того, как ракетное топливо воспламеняется, ракета взлетает.



# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Электрический ток является потоком электронов. Этот поток можно сравнить с текущей жидкостью.

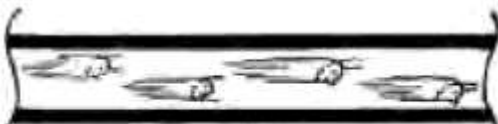


ПРОВОД С ПОТОКОМ ЭЛЕКТРОНОВ



ТРУБА С ПОТОКОМ ВОДЫ

Любое вещество, которое легко проводит или переносит электрический ток, называется проводником. Большинство металлов являются хорошими проводниками электричества. Некоторые другие материалы также являются хорошими проводниками электричества.



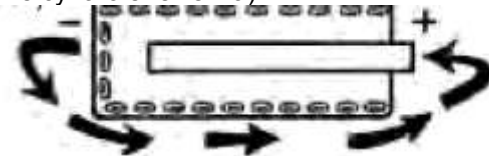
ЭЛЕКТРОНЫ, ПРОХОДЯЩИЕ ЧЕРЕЗ ПРОВОДНИК

Некоторые вещества не являются хорошими проводниками электричества. Эти вещества, которые не без труда проводят электричество, называются изоляторами. Многие неметаллы, такие как стекло, дерево и фарфор являются хорошими изоляторами.



ЭЛЕКТРОНЫ, ПРОХОДЯЩИЕ ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯТОР

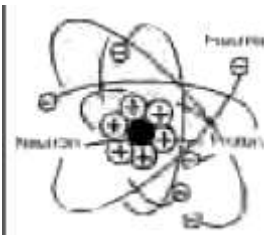
Электроны будут течь от места, где они сконцентрированы (как на отрицательной клемме сухого элемента) к месту, где они менее сконцентрированы (как на положительной клемме сухого элемента).



ПОТОК ЭЛЕКТРОНОВ

Количество электрического тока, который течет, определяется числом электронов, проходящих через проводник. Единица, используемая для измерения этого потока электрического тока - кулон. (Кулон равен примерно 6.250.000.000.000.000 электронов. Хотя это число очень велико, Вы должны помнить, что электрон очень маленький).

## ОДНА ИДЕЯ ОБ АТОМЕ



Протоны и нейтроны находятся в центральной части, ядре атома. Электроны находятся в виде орбитальных электронов вокруг ядра. Крошечные электроны составляют лишь очень небольшую часть массы атома. Когда один кулон электронов проходит через провод за одну

секунду, ток течет со скоростью в один ампер. Ампер - единица, используемая для измерения скорости, с которой течет электричество. Ампер равен одному кулону в секунду.

Давление или сила, толкающая электроны, также может быть измерена. Каждый электрон несет отрицательный заряд. Электроны отталкиваются друг от друга, так как они проводят одинаковые электрические заряды. Электроны пытаются перемещаться оттуда, где они сосредоточены вместе, в места, где их концентрация не так велика. Эта тенденция электронов к перемещению вырабатывает электрическое напряжение. Эту силу иногда называют электродвижущей силой. Вольт - единица, используемая для измерения этой электродвижущей силы. Эта сила также называется электрическим потенциалом.

Чем больше разница в концентрации электронов в двух точках, соединенных проводами, тем большее давление на электронах, пытающихся двигаться из области более высокой концентрации (отрицательный полюс или клемма) к области меньшей концентрации (положительный полюс или клемма). Чем больше это давление, тем большее напряжение в цепи.

Электрическая мощность измеряется в ваттах. Один ампер электроэнергии вместе с одним вольт электрического потенциала является одним ваттом электрической мощности. Ватты - единицы, которые используются для измерения количества электроэнергии при работе в цепи.

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ ампер} \times 1 \text{ вольт}$$

1 Что такое напряжение в этой цепи?



**Ответ:**

Ответ – 1,5 вольт.

2 Что такое напряжение электричества, проходящего через лампу в данной цепи? Каждый сухой элемент обеспечивает 1,5 вольта в этой задаче.



**Ответ:**

Девять вольт. Шесть сухих элементов, каждый из которых поставляет 1,5 вольта электрического напряжения, производят девять вольт. ( $6 \times 1,5 \text{ В} = 9,0 \text{ В}$ )

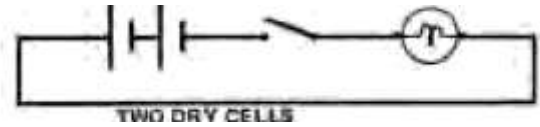
3 Сколько электричества течет в этой цепи?



**Ответ:**

Ни один. Переключатель разомкнут, так что схема не является замкнутой и электроны не могут проходить.

4 Сколько напряжения может быть обеспечено данной цепью?

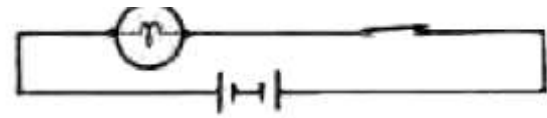


**Ответ:**

ДВА СУХИХ ЭЛЕМЕНТА

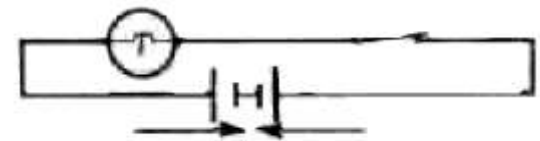
Три вольта. Два 1,5-вольтовых элемента соединены последовательно для получения 3 вольт. Когда два или более элемента соединены между собой, мы называем это батареей.

5 Что такое рабочее напряжение в этой цепи?



**Ответ:**

Ни один. Два отрицательных полюса сухих элементов соединены вместе, так что электричество не будет протекать в цепи.



Некоторые люди сравнивают электрический ток с потоком воды в трубе. Количество протекающей воды измеряется в галлонах в секунду. Количество протекающих электронов измеряется в амперах (кулон электронов в секунду).

Сила, с которой движется вода, определяется давлением воды. Давление воды в гравитационной водной системе определяется высотой столба воды в трубе. Чем больше высота воды над нижней частью трубы, тем больше давление воды. Именно поэтому большинство электрических турбин расположены вблизи основания плотин, поэтому вода может должным образом падать в трубах к продукту под большим давлением, чтобы поворачивать лопасти турбин. Давление воды иногда измеряется путем измерения количества футов воды, которые могут падать.

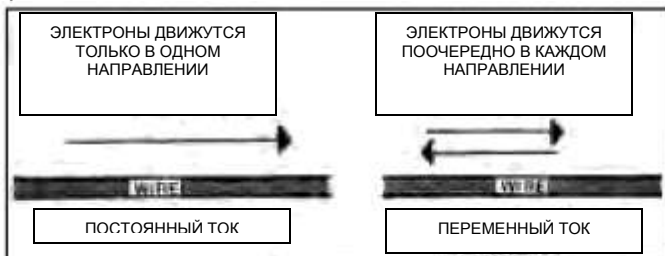


Давление в электрической цепи измеряется в вольтах.

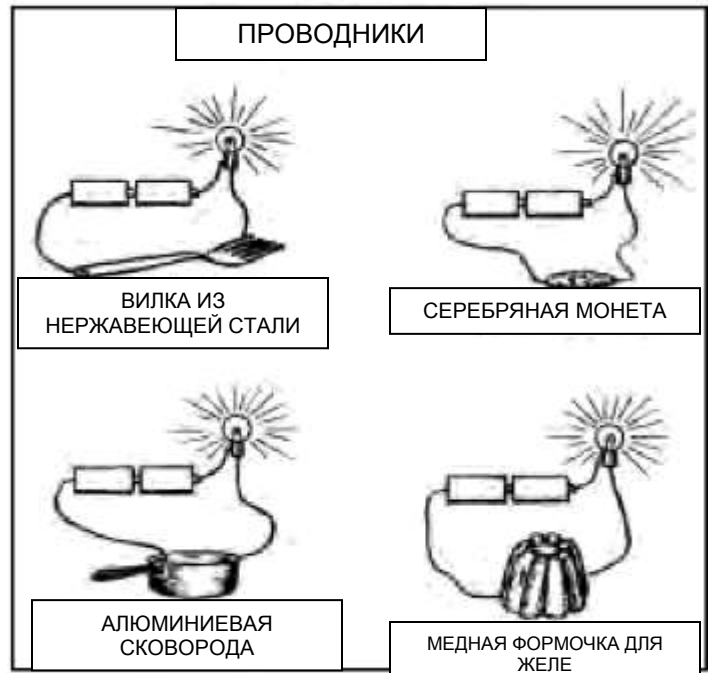
Сила воды, движущейся в трубе, определяется тем, сколько воды движется, и давлением воды. Сила электричества, протекающего в цепи, определяется тем, сколько ампер электроэнергии проходит, и напряжением, "действующим" на них. Это общее количество электроэнергии, с которым ведется работа, измеряется в ваттах.

### АМПЕРЫ X ВОЛЬТЫ = ВАТТЫ

В типе электрической цепи, с которыми мы работали, до сих пор течет ток только в одном направлении. Когда электричество течет только в одном направлении в цепи, мы называем поток электричества потоком постоянного тока. Когда поток электричества быстро меняет свое направление туда-обратно, мы говорим, что имеем дело с переменным током. Электричество, протекающее в Вашем доме, является переменным током. Здесь мы будем изучать только постоянный ток. Многие вещи, такие как фонарики, электрическая система Вашего автомобиля и электрическая система запуска модели ракеты, работают на постоянном токе.

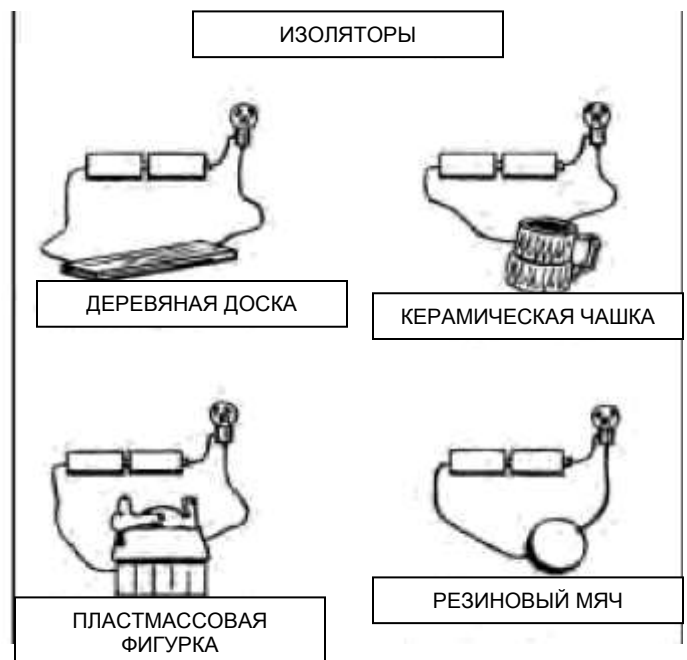


Всякий раз, когда электричество проходит через объект, объект представляет некоторое сопротивление потоку электричества. Некоторые вещества представляют очень небольшое сопротивление потоку электричества. Такие объекты проводят электричество с очень небольшими потерями и называются проводниками. Большинство металлов являются хорошими проводниками.

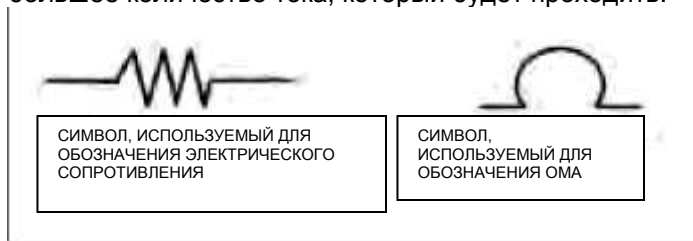


Всякий раз, когда вещество представляет сопротивление прохождению электричества через него, часть электричества преобразовывается на тепло. Если мы не хотим образования тепла, это пустая растрата энергии. Даже хорошие проводники имеют небольшое сопротивление потоку электричества через них, так они немного преобразовывают электрическую энергию в тепловую энергию.

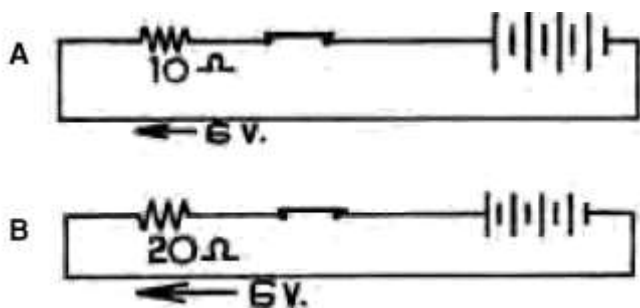
Вещества, которые имеют высокое сопротивление прохождению электричества, называются изоляторами. Они очень плохие проводники. Такие вещества, как резина, дерево, большинство пластмасс и фарфор являются хорошими изоляторами. Эти материалы используются, чтобы делать вещи, через которые, как мы хотим, не протекает электрический ток.



Единицы, используемые для измерения количества электрического сопротивления, называют Омы. Для заданного напряжения (электродвижущей силы), чем меньше сопротивление (меньшее Ом) объекта, тем большее количество тока, который будет проходить.



6 В какой из этих двух схем будет больше тока?



**Ответ:**

Больше тока будет течь в цепи А, потому что она имеет меньше электрическое сопротивление.

Количество тепла, образующееся при прохождении электричества через объект, зависит от силы тока в амперах, электрического сопротивления объекта и количество времени прохождения тока.\*

Мы должны знать несколько вещей, чтобы определить количество тока, который будет течь из данного источника питания через конкретный объект. Ток, который будет течь, может быть определен путем деления напряжения на сопротивление в Омах. Эта формула называется законом Ома.

\*Тепло, генерируемое в проводнике под действием электрического тока, пропорционально сопротивлению проводника, пропорционально квадрату силы тока и времени, в течение которого проходит ток. Точное количество образуемого тепла может быть определено путем решения следующего уравнения:

**Калории = Ом x Ам<sup>2</sup> x секунд x 0,24 (калория - единица измерения тепла).**

$$I = \frac{E}{R} \quad \text{Ток} = \frac{\text{Электродвижущая сила}}{\text{Сопротивление}}$$

I = амперы тока, протекающего в цепи  
E = электродвижущая сила в вольтах  
R = сопротивление в Омах

Количество ампер тока, который будет протекать в цепи, может быть определено путем деления напряжения источника питания на сопротивление (в Омах) цепи.

Например, если 6-вольтовый источник питания подключен к цепи, где общее сопротивление оказывается 2 Ома, а также будет протекать электрический ток в три ампера.

$$\frac{E}{R} = I \quad \frac{6 \text{ вольт}}{2 \text{ Ома}} = 3 \text{ ампера}$$

Эта связь позволяет определить, как количество ампер тока, который будет протекать, так и используемое напряжение или сопротивление цепи, если два других показателя известны.

$$\text{Формула } I = \frac{E}{R} \text{ также может быть указана как } R = \frac{E}{I}$$

или  $E = R \times I$ . Задачи могут быть решены с помощью любой из этих версий формулы.

7 Например, если шесть вольт обуславливает проходящий ток в 0,5 ампер, каково сопротивление этой цепи?

**Ответ:**

Сопротивление цепи составляет 12 Ом, если

$$R = \frac{E}{I}, \quad \frac{6 \text{ вольт}}{0.5 \text{ ампер}} = 12 \text{ Ом.}$$

8 Если ток в 0,2 ампера течет через сопротивление 100 Ом, какое напряжение применяется в цепи?

**Ответ:**

Напряжение 20 вольт должно использоваться.  $E = R \times I = 100 \text{ Ом} \times 0,2 \text{ А} = 20 \text{ вольт.}$

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НЕПОЛАДКИ, ВКЛЮЧАЯ СИСТЕМУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАЖИГАНИЯ

Электрический воспламенитель, используемый в двигателях запуска моделей ракет, должен вырабатывать достаточно тепла, чтобы достичь температуры топлива около 288 °C или 550 °F.\* Это температура воспламенения топлива, используемая в двигателях модели ракеты.

Воспламенитель Estes должен иметь не менее двух ампер электричества, протекающего через него, чтобы производить достаточно тепла, чтобы вызвать быстрое воспламенение топлива. Специальное покрытие изолятора-воспламенителя горит, когда он достигает высокой температуры, генерируя дополнительное тепло для очень быстрого зажигания двигателя.

1 Если Ваш Electron Beam® Контроллер Запуска имеет четыре сухих щелочных элемента размера «AA», каково напряжение, доступное Вашему воспламенителю?

**Ответ:**

Шесть вольт. 1,5 вольта x 4 = 6,0 вольт

2 Если Ваша Electron Beam® Система управления запуском использует последовательно две шести-вольтовых батареи, каково напряжение, доступное Вашему воспламенителю?

**Ответ:**

Двенадцать вольт. 6,0 Вольт x 2 = 12,0 вольт  
\* (F градусы по Фаренгейту, температурная шкала. Градусы по Цельсию, сокращенно C, - температурная шкала, используемая учеными. Формула для того, чтобы найти температуру по Цельсию, когда по Фаренгейту температура известна:

$$C = \frac{5(F-32)}{9}$$

Шкала Цельсия ранее была известна как стоградусная температурная шкала.)

Ниже приведена таблица электрических сопротивлений некоторых стандартных объектов. Также ниже приведена таблица типичных характеристик некоторых сухих элементов и некоторых батарей. Вам нужно будет обратиться к ним снова.

**ТАБЛИЦА 1  
СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Материал	Сопротивление
Estes воспламенитель #302301	0.80 Ом каждый
#32 Нихромовый провод	0.88 Ом на дюйм
#30 Нихромовый провод	0.56 Ом на дюйм
#16 Медный провод	0.006 Ом на фут
#18 Медный провод	0.010 Ом на фут
#24 Медный провод	0.038 Ом на фут
#51 Контрольная лампа (6 вольт)	30 Ом каждый
#53 Контрольная лампа (12 вольт)	120 Ом каждый
Сигнальная батарея (12 вольт) как RCA-VS-346 (NEDA-926)	1.2 Ом каждый

**ТАБЛИЦА II СТАНДАРТНЫЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ БАТАРЕИ (ЗАРЯЖЕННОЙ)**

Тип	Напряжение	Внутреннее сопротивление
“D” Фонарик (Eveready #950) NEDA-13F	1.5	0.38 Ом
Осветитель (4 “F” элемента) (Eveready #509) NEDA-918	6.0	0.86 Ом
“AA” Сухой щелочной элемент (RCA-VS-1334) NEDA-15A	1.5	0.40 Ом
6 вольтовая аккумуляторная батарея	6.0	0.02 Ом
12 вольтовая аккумуляторная батарея	12.0	0.40 Ом

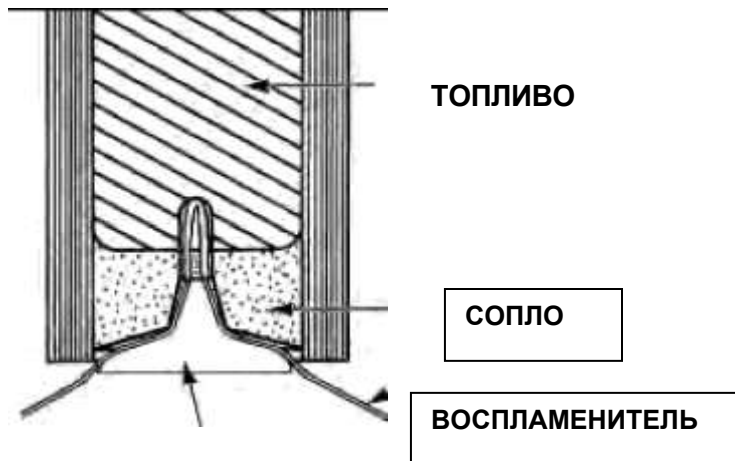
3 Ток должен протекать через 18 футов провода в Electron Beam® Системе управления запуском. Каково количество сопротивления проводов представлено для тока, если используется # 18 медный провод? (Для целей расчета, мы пренебрегаем небольшим сопротивлением, присутствующим в микро-зажимах и в контактных вставках в блоке управления запуском). Не забывайте, что мы используем двухпроводные кабели, так что электроэнергия должна проходить только через 36 футов проводника.

**Ответ:**

36' x 0,010 Ом на фут = 0,36 Ом

Сигнальная лампа в системе управления пуском служит двум целям. Она загорается, когда электричество проходит через нее, чтобы показать, что цепь замкнута. Это также ограничивает силу тока, который может течь через цепь, предотвращая зажигание двигателя перед нажатием кнопки запуска. Цепь замыкается только тогда, когда воспламенитель находится в прочном электрическом контакте с каждым из двух микро-зажимов и защитный блокировочный ключ установлен должным образом.

Обратите внимание, что воспламенитель должен быть правильно подключен, или же цепь не будет замкнутой. После размещения воспламенителя в надлежащем месте, цепь еще не является замкнутой, пока не вставлен защитный блокировочный ключ.



4 Когда защитный блокировочный ключ вставлен в Electron Beam® Систему управления запуском для замыкания цепи, электричество течет по цепи. Однако, сигнальная лампа (# 53 сигнальная лампа на 12 вольт) имеет сопротивление 120 Ом. Каково общее сопротивление цепи в Омах, если #18 провод используется для подключения, и 12-вольтовая аккумуляторная батарея является источником питания для Estes воспламенителя?

### ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПУСКОВОЙ ВОСПЛАМЕНИТЕЛЬ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВОДКИ

Каков общий ток (в задаче 4), который может протекать в замкнутой 12-вольтовой цепи до нажатия кнопки запуска?

$$I = \frac{E}{R} \quad I = \frac{12V}{121.40\Omega} = 0.099 \text{ ампер}$$

**Ответ:**

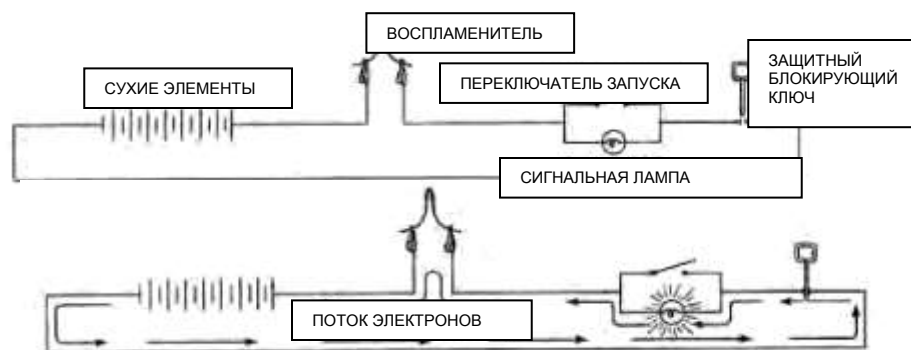
- 0.36Ω провод
- 0.40Ω 12-вольтовая аккумуляторная батарея
- 1.0Ω воспламенитель
- 120.00Ω # 53 сигнальная лампа

---

- 121.76Ω общее сопротивление

Этого тока не достаточно, чтобы нагреть воспламенитель достаточно для того, чтобы вызвать воспламенение, но достаточно для того, чтобы зажечь сигнальную лампу. Сигнальная лампа используется в качестве проверки целостности, чтобы убедиться в том, что воспламенитель правильно подключен, чтобы замкнуть цепь. Когда цепь замкнута, светится сигнальная лампа, указывая на то, что воспламенитель присоединен хорошо. (Тем не менее, *воспламенитель все еще не может привести к воспламенению, если он не правильно установлен в ракетном двигателе модели.*)

### ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИГНАЛЬНОЙ ЛАМПЫ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАЖИГАНИЯ



Если все соединения выполнены правильно, ток проходит, как только кнопка запуска нажимается и удерживается, и воспламенитель будет быстро нагреваться для зажигания двигателя. Обычно, провод воспламенителя либо расплавится от тепла, либо выпуск вытеснит воспламенитель из сопла и насильно разрушит электрические соединения.

(См. рисунок внизу стр. 12)

Сигнальная лампа и кнопка запуска (быстродействующий переключатель, который замыкает цепь только тогда, когда он удерживается в нажатом положении) подключены в цепь последовательно с остальной частью цепи. Тем не менее, эти две части соединены параллельно друг с другом (подсоединены параллельно, так что электричество может проходить через один или оба одновременно). Пока кнопка запуска не будет нажата, выключатель остается включенным, так что электричество должно проходить через высокое сопротивление сигнальной лампы (120 Ом для # 53 лампы, используемой в 12-вольтовом контроллере запуска). Когда кнопка запуска удерживается нажатой, переключатель запуска замыкается, позволяя электричеству легко проходить через эту часть цепи. Так как электричество будет проходить по пути наименьшего сопротивления, когда более чем один путь открыт для этого, почти весь электрический ток теперь будет проходить через переключатель. Очень малый электрический ток будет проходить через лампу, и она не загорится. В действительности, цепь лампы теперь обходится электричеством, протекающим через переключатель. Это предотвращает протекание электроэнергии через лампу, так как для электричества доступен альтернативный путь гораздо более низкого сопротивления.

5 Каково общее сопротивление в цепи, когда переключатель запуска замкнут, если #16 провод используется вместо # 18 в подключении Electron Beam ® Системы управления запуском (18 футов провода) для подключения к 12-вольтовой аккумуляторной батарее?

**Ответ:**

- 0.22Ω провод
- 1.00Ω воспламенитель
- 0.40Ω 12-вольтовая аккумуляторная батарея
- 1.62Ω общее сопротивление, если используется #16 провод

6 Рассчитайте амперы тока, который будет проходить, когда нажата кнопка запуска Electron Beam ® Системы управления запуском с проводом #18 и использованием Estes воспламенителя и 12-вольтовой аккумуляторной батареи.

**Ответ:**

$$I = \frac{E}{R} = \frac{12.00 \text{ вольт}}{1.40 \text{ Ом}} = 8.57 \text{ ампер}$$

Два ампера необходимы на шесть вольт или больше, чтобы зажечь Estes воспламенитель. Это значение 8,57 ампер вполне достаточно, чтобы вызвать зажигание воспламенителя менее чем за одну секунду. Так как сухие элементы или батареи изнашиваются и используются, количество электроэнергии, которую они могут производить, уменьшается, таким образом, время, необходимое для зажигания, увеличивается.

7 Какой силы ток проходил бы по #16 проводу, который был использован?

**Ответ:**

$$I = \frac{E}{R} = \frac{12.00 \text{ вольт}}{1.26 \text{ Ома}} = 9.52 \text{ ампер}$$

Значение 9,52 ампер тока достаточно, так как только 2 ампера необходимы для нагрева Estes воспламенителя, достаточного для воспламенения твердого топлива в ракетном двигателе модели.

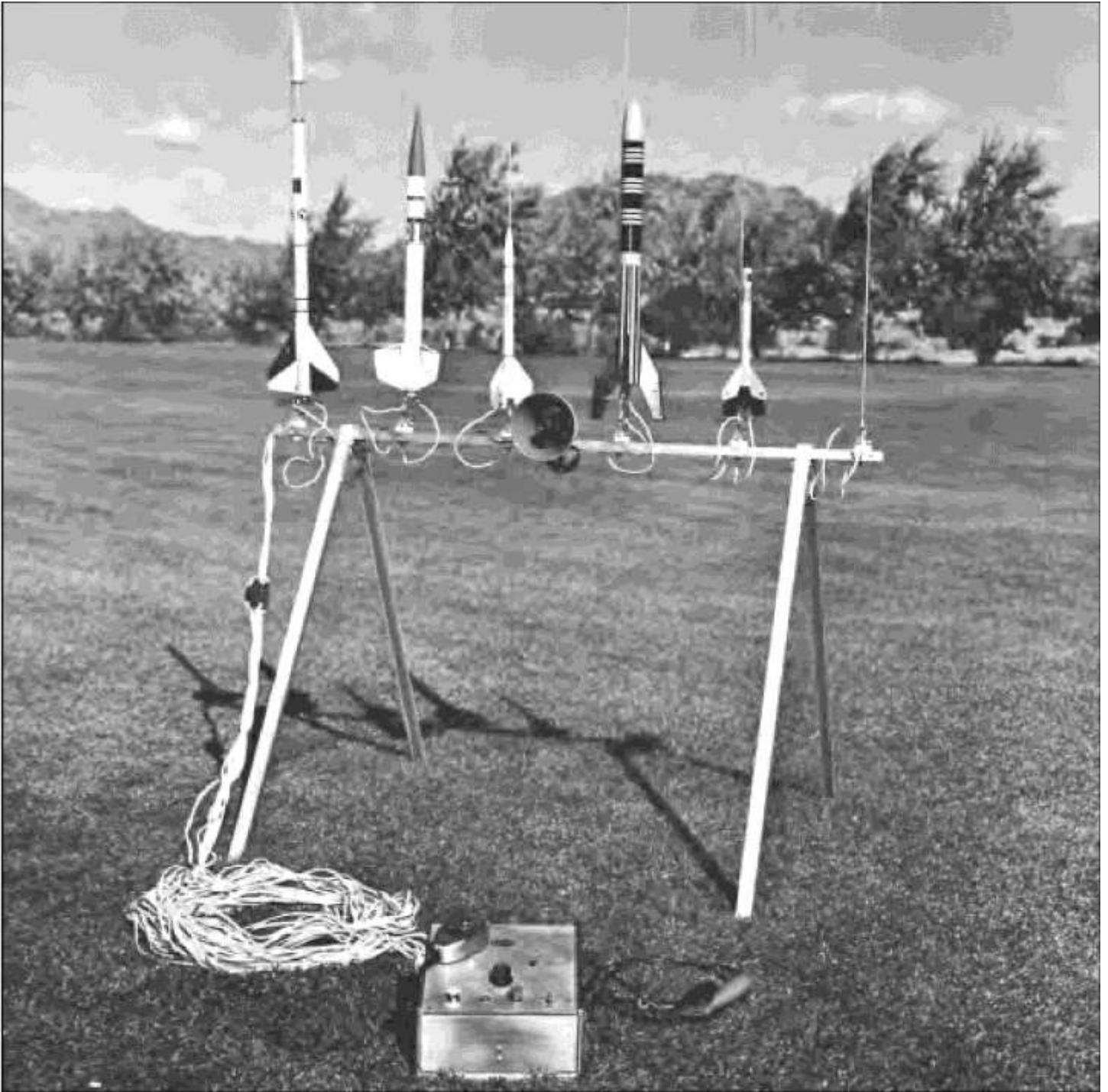
Чем больше размер (чем меньше количество) используемого электрического провода, тем меньше сопротивление провода представляет поток электроэнергии. Однако, больший провод более дорогой, чем меньший провод. Все три обсуждаемые размеры провода используются. Размер #18 был выбран для Electron Beam® Системы управления запуском, поскольку он представляет наилучшее сочетание низкого сопротивления и низкой стоимости.



## МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

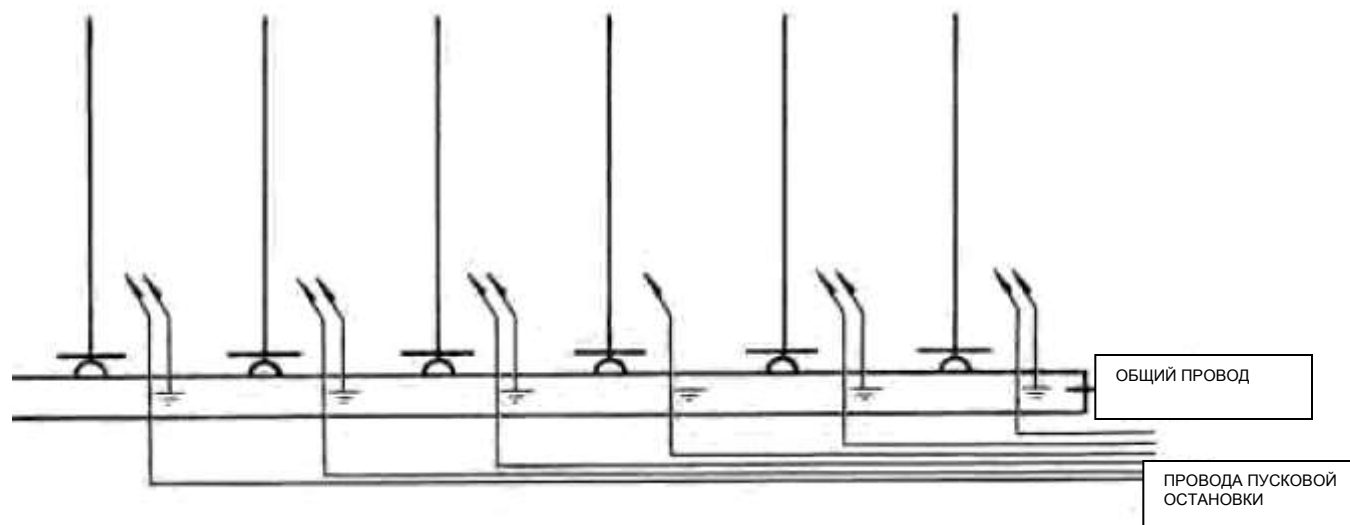
Системы запуска моделей ракет обеспечивают безопасное, надежное средство запуска Вашей модели ракеты с помощью дистанционного управления. Системы защиты, приборы наведения и полный контроль над ракетой, который Вы имеете вплоть до момента запуска, обеспечивают миниатюрные версии системы, которые используются для запуска наших полноразмерных космических ракет.

## СХЕМЫ МНОГОСТВОЛЬНОЙ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ



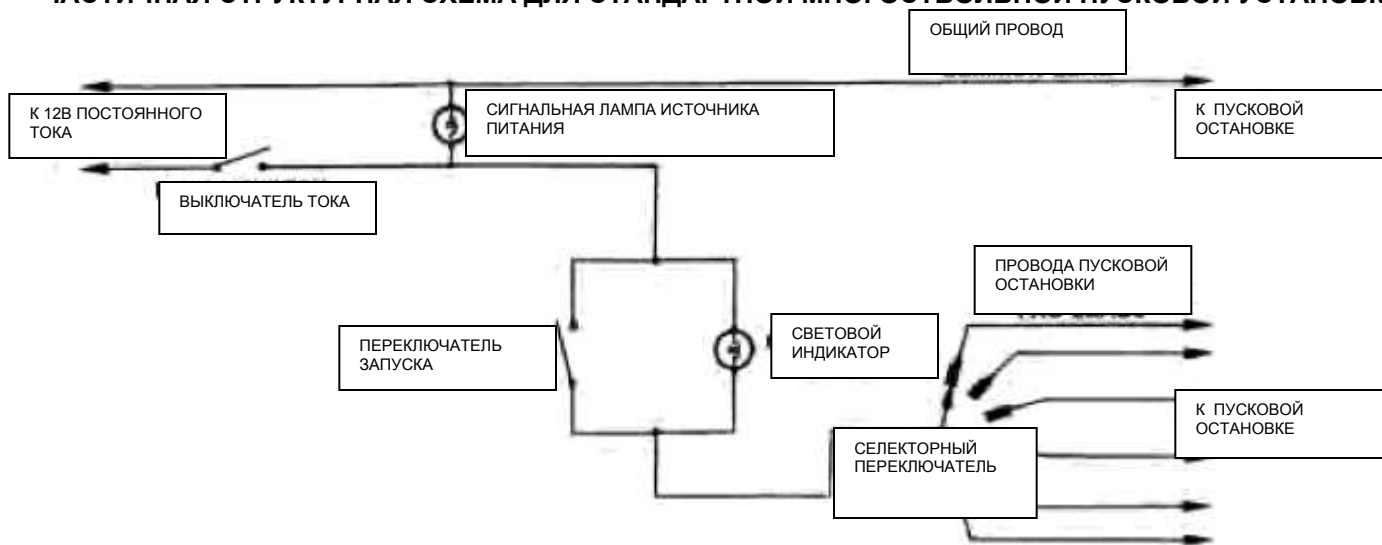
Пусковая установка с несколькими стартовыми площадками является удобным устройством для полетов многих моделей ракет в быстрой последовательности. Многоствольная система обеспечивает ряд пусковых установок (регулируемые стержни или рельсовые направляющие, пластины газоотражателя и микро-зажимные соединения), присоединенные к одному блоку питания и блоку управления.

## СТАНДАРТНАЯ МНОГОВОЛЬНАЯ ПУСКОВАЯ УСТАНОВКА



Источник электропитания микро-зажимов, как правило, является отдельным проводом, подходящим к каждой стартовой площадке для проведения электрического тока к этой площадке и общему (совместному) обратному или «заземленному» проводу.

## ЧАСТИЧНАЯ СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ДЛЯ СТАНДАРТНОЙ МНОГОВОЛЬНОЙ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ



Панель управления для многовольной пусковой установки обычно включает в себя кнопочный выключатель питания (для включения питания и выключения), сигнальную лампу блока питания (чтобы указывать, когда питание включено), поворотный селекторный переключатель (для постоянного тока только к используемой площадке), непрерывный световой индикатор, показывающий, является ли электрическая цепь, проходящая через воспламенитель, замкнутой, и переключатель запуска.

Многовольную пусковую установку можно легко построить. Это очень удобно для проведения конкурсов и демонстрационных запусков.