

ДЕЛО О ПРОПАЖЕ МОЛОКА И ШАГОВОМ НАПРЯЖЕНИИ

Знакомьтесь с героями нашей истории:

Чудаковатые сыщики – их имена засекречены, но в научном мире они известны как Шеф и Коллега. Плащи и кепки – дань детективному жанру. Большая линза Френеля в руке Шефа – от привычки обращать внимание на мелочи.

Пастушок – простодушный деревенский житель. Красная рубаха и соломенная шляпа придают ему особый колорит. В результате несчастного случая лишился дара речи. Общается с помощью дудочки.

Очевидцы событий – зрители, к которым мы предлагаем присоединиться и вам.

Раздаётся многоголосое мычанье, затем раскат грома и снова мычание, но уже одиноко-испуганное. На краю сцены, перед закрытым занавесом появляются сыщики – Шеф и Коллега. Луч прожектора высвечивает их мужественные профили. Коллега бережно прижимает к себе пакет молока.

– Шеф, ничего не понимаю! – растерянно обращается Коллега, – во всех магазинах города пропало молоко.

– Дайте-ка пакет, Коллега.

Огромный пронизательный глаз Шефа мгновение подозрительно смотрит сквозь линзу на зрителей, а потом обращается к улике. И зрители понимают – ни одна мелочь не ускользнёт от его внимания.

– Действительно, последний пакет молока! – соглашается Шеф. – Это загадка для нас. Принимаемся за расследование «Дела о пропаже молока». Начнём с опроса свидетелей. Отправляемся в город!

Сыщики спускаются со сцены в зрительный зал и поочерёдно обращаются к сидящим там «горожанам»: – Вы не знаете, почему в магазинах города исчезло молоко? Вы не знаете?..

– Шеф, может быть, его кто-нибудь выпил? – высказывает предположение Коллега.

Шеф наливает в стакан молока и предлагает его выпить одному из «горожан». Затем ещё один. Пронизательно смотрит на него и делает вывод: – Нет, это не он. Этот товарищ вообще его не любит.

– А зачем пил? – удивляется Коллега, но тут же генерирует вторую гипотезу, – молоко скисло.

– Если молоко где-то скисло, то где-то должен появиться кефир!

Доводы Шефа железны, в смысле, кисломолочны.

– Вы пили кефир?.. А вы?.., – бегло опрашивает он ещё человек пять и заключает: – Кефир не найден. Молоко как будто испарилось. – Вы не...

В попытке найти выход из затруднительного положения Коллега порождает экспромт. И тут же начинает его протяжно декламировать, явно подражая какому-то поэту: – Пришла пора. Коровы клином ускакали на Юга...

– Сомнительная лирика и такое же предположение!..

– Может вы видели?.. А вы?.. – вяло начинает опрос Коллега, но осознав его бесперспективность, спускается с небес на землю: – опрос свидетелей показал – коровы не перелётные птицы, на Юга не ускакивали. Не моё это дело – поэзия.

– Коллега, у нас не хватает улики. Срочно выясните, где произведено это молоко! – приободряет его Шеф.

И вот уже одному из зрителей вручается пакет с биркой на привязи: – Читайте!

Текст заводит в никуда:

«Молоко питьевое коровье стерилизованное классическое. Жирность 3,2%. Произведено: МОЛ.СНАБ.ХИМ.ПРОМ.РОС.МОС.АГРО.ЭКСПОРТ.ПРОДАКШН».

– Вы знаете, где это?... – интересуются сыщики у прочитавшего эту абракадабру, но тот лишь отрицательно качает головой.

– Нормальное молоко есть только в деревне, – уверенно заявляет Коллега.

– Тогда мы отправляемся туда! – командует Шеф. – Сохраняем конспирацию, идём след в след и посматриваем по сторонам.

Сыщики возвращаются из зала на сцену. Под звуки флейты открывается занавес, и все видят Пастуха, «играющего» на дудочке. Рядом с ним «пасётся» плоская модель пятистой коровы.

– Кто это? – указывает Шеф на деревенского жителя.

– Пастух!?

– Если это пастух, то где его стадо? Допросить!

– Есть, Шеф! – Где твоё стадо, дружище?

Но Пастух лишь «М-м-мм...» пытается что-то сказать, отчаянно жестикулируя руками.

– Шеф, докладываю. Пастух либо иностранец, либо я чего-то не понимаю.

– Коллега, интуиция мне подсказывает, что это немой пастух.

– И не мой... А чей?

– Немой, значит немой! И что-то его сильно испугало. Сейчас мы это выясним.

Пастух, тем временем успокоившись, начинает наигрывать на дудочке.

Шеф внимательно осматривает его через лупу: – Одежда на нём мокрая... – Вас облили водой?

Пастух издаёт на дудочке один звук.

– Была гроза?

Пастух дудит два раза.

– Понятно, один звук – это «нет», два – «да». Продолжим! – завязывается у Шефа предметный диалог с немым Пастухом.

– Во время грозы коровы разбежались?

– Нет.

– Они погибли?

– Да.

– В них попала молния?

– Нет!

– А почему вы и одна корова остались живы?

– Это некорректный вопрос, – замечает Коллега, – Пастух отвечает только «да» или «нет».

– А мне уже и так всё ясно! – с уверенностью заявляет Шеф. – Интересно, смогут ли наши зрители за десять вопросов выяснить все обстоятельства этого загадочного происшествия?..

Вызов принимается, но данных для расследования изначально недостаточно.

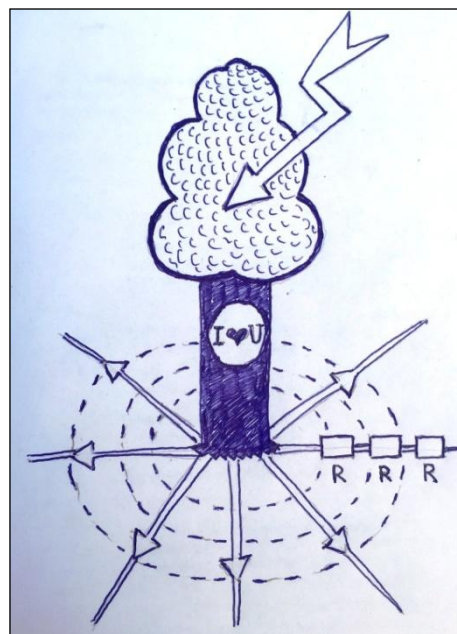
– Ничего не понимаю! – картинно хватается за голову Коллега.

Шеф выкатывает из-за кулис передвижную школьную доску с рисунком на белом фоне: – Знакомые из Роскосмоса прислали секретный снимок со спутника.

– Видно всё, как на ладони, – оценивает Коллега. – Смотрите... Вот дерево, в которое ударила молния. Пастух и коровы находились неподалёку...

Дальнейший рассказ по картинке продолжает Шеф: – Молния породила токи, которые подобно корням дерева стали расходиться на десятки метров в разные стороны по поверхности и вглубь земли. Но для нас существенны линии тока на поверхности...

Коллега дотрагивается до чёрного овала на



стволе нарисованного дерева: – Шеф, я обнаружил дупло, вдруг там живёт учёная белочка. Я посмотрю...

Он отлепляет от ствола овал, за ним обнаруживается загадочная надпись « $I \heartsuit U$ ».

– Что бы это значило?.. – недоумевает Коллега.

Пастух только разводит руками.

– Что-то на тему «*I love you*», – высказывают свои предположения зрители.

– Это закон любви, – авторитетно подтверждает Шеф: – ток любит напряжение!

Он внимательно рассматривает надпись через линзу: – Да ещё как любит. По закону Ома!

– Со школы его помню, – радостно сообщает Коллега и закрывает дупло овалом с формулой закона « $I=U/R$ »: – «Если хочешь знать Ампер, подели ты U на \mathcal{R} ».

– Вы не ошиблись, Коллега, ток действительно без ума от напряжения, прямо таки пропорционален ему. А теперь узнаем чувства напряжения. Выразите из закона Ома чему равно « U »...

– Произведению силы тока на сопротивление, – находят зрители, а Коллега вывешивает новый овал с формулой любви « $U=IR$ ».

– А теперь, друзья, приглядитесь к одной из линий тока на нашем рисунке, – подводит всех к моменту истины Шеф. – Будем считать, что на небольшом её кусочке (1-2м) ток постоянный, а \mathcal{R} – это сопротивление почвы вдоль указанного направления, – показывает он, уходящую радиально от дерева, цепочку последовательно соединённых резисторов.

– А у меня «рояль в кустах» припрятан, – признаётся Коллега.

Но если вы подумали, что он и вправду выкатит из кустов рояль, вы ошиблись. Рояль – это большая метафора. Коллега достаёт из «кустов» всего лишь небольшой однострунный инструмент – метровую доску с натянутой вдоль неё нихромовой проволокой и гордо называет её «моделью линии тока». Подносит установку для сравнения к рисунку: – Как настоящая! Надо только создать в ней ток...

На небольшом столике Сыщики располагают демонстрационный вольтметр и источник тока (например, ВУП-24 с регулируемым выходным напряжением), от которого подают на концы струны небольшое (4-5В) напряжение и цепляют к ней два подвижных контакта (типа «крокодильчики») от проводов, идущих к вольтметру.

– Внимание, Эксперимент! – командует Шеф.

Коллега перемещает контакты, вдоль натянутой проволоки, увеличивая расстояние между ними. «Срабатывает» формула любви $U=IR$ и стрелка прибора отмечает рост напряжения. И это не удивительно, ведь при неизменной силе тока было увеличено сопротивление. При сближении контактов, вольтметр показывает уменьшение напряжения. Так практика подтверждает теорию.

– Из всего этого я делаю важный вывод, – оглашает приговор Шеф, – коров убило ШАГОВОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!

– Какое напряжение? – на полушаге испуганно замерает Коллега, вышагивающий до этого по сцене.

– Шаговое! – пояснил Шеф, – оно возникает между двумя любыми точками, находящимися на линии тока.

– А можно ещё понятнее, – осторожно опускает ногу Коллега. – И почему почти все коровы от него погибли, а Пастух остался жив?

Шеф предлагает провести следственный эксперимент! – Уважаемый, – обращается он к Пастуху, – вспомните, как вы стояли, в момент возникновения шагового напряжения?

Пастух встаёт на стол и замирает в позе наблюдателя с ладонью-козырьком у лба. Коллега деловито измеряет рулеткой расстояние между его ступнями: – Стандартная ширина плеч.

Пастуху в руки дают сердце с низковольтной лампочкой (3,5В), которое он бережно прижимает к груди, а у его ног располагают проволочную «линию тока». Провода от сердца вновь цепляются к нихромовой струне, подсоединённой к источнику тока.

– Пастух стоял на линии тока, – взялся за реконструкцию событий Шеф, и когда между его ступнями возникло шаговое напряжение, часть тока пошла через его тело (показывает направление от одной ступни к другой через сердце).

В подтверждение сказанного «крокодильчики» на проволоке размещаются на расстоянии шага, и лампочка на груди загорается в полнакала, сигнализируя, что смертельная опасность Пастуха миновала. Затем место Пастуха занимает корова, к которой прикрепляют тоже сердце. Коллега растягивает измерительную ленту рулетки от переднего копыта до заднего и раздвигает скользящие контакты в установке на соответствующее расстояние. Шаговое напряжение коровы заставляет лампочку её сердца ярко светиться, оно губительно для животного.



– Молния создаёт на поверхности земли такие огромные токи, – назидательно замечает Шеф, – несмотря на малое значение сопротивления почвы, оказаться ближе 10-20 метров от места её удара – смертельно опасно (ведь $U=IR$), если вы только не стоите, плотно сведя ступни ног (или на металлическом листе, который обладает малым сопротивлением).

Коллега не выдерживает обилия информации на голодный желудок и предлагает устроить перекус.

– Хорошая мысль, – одобряет Шеф: – Эдакий научный пикник. Пикник на обочине (места нераскрытого происшествия)!

Коллега выносит на подносе упаковку сосисок. Достает одну и чёрным маркером проводит на её поверхности продольную прямую линию тока, затем втыкает по краям сосиски столовые вилки. Одну называет «катодом», другую – «анодом» и подсоединяет их к блоку электропитания. Шеф показывает два одинаковых светодиода: у одного ножки сведены, а у другого широко расставлены. Соблюдая полярность включения, он втыкает эти ножки в чёрную линию на сосиске. Таким образом, светодиоды попадают под разное шаговое напряжение, что видно по разнице их свечения (особенно в затемнённом помещении). Светодиоды меняют местами – эффект остаётся неизменным: тот, у которого ножки разведены шире светится намного ярче.



– Чего не сделаешь ради наглядности!

– плавно повышает напряжение на сосиске Шеф. Светодиод с широко расставленными ножками погибает (светлая ему память!), в то время как свечение второго лишь допустимо возрастает.

– Шеф, я правильно уловил суть – во время удара молнии не стоит пытаться сесть на шпагат? – задаёт Коллега риторический вопрос.

– Научный пикник состоялся! – подтверждает Шеф. – Нами установлено, что коровы во время удара молнии оказались под большим шаговым напряжением, чем Пастух, поэтому и погибли, бедняжки.

Пастух, утирает слезу и дудит два раза.

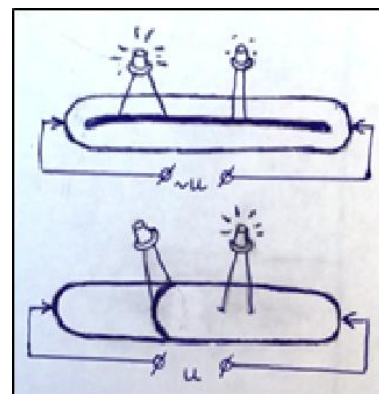
– Но почему же, тогда одна из коров осталась жива? – возникает у присутствующих закономерный вопрос.

– Она встала на одну ногу! – не отмерив семь раз, режет Коллега, – а Пастух, увидев такое, онемел от удивления!

Пастух издаёт на дудочке один протяжный звук, а затем многозначительно крутит ею у своего виска.

Шеф предлагает зрителям высказаться по этому поводу. В конце концов, из зала на сцену приглашают знатока, которому выдают «фото» (вид сверху) отпечатков четырёх коровьих копыт. Он показывает, как именно и где стояла эта счастливая корова, размещая листок как можно дальше от дерева и перпендикулярно линии тока.

Коллега достаёт новую сосиску и проводит на ней чёрную поперечную окружность. Через вилки подаётся напряжение и вот уже разведённые ножки светодиода втыкаются в линию кольца. Свечения не наблюдается! Значит, шаговое напряжение на них равно нулю. Оказывается, бывает и такое. Но стоит эти же ножки переместить на продольную линию тока и зажигается огонёк. Если нарисовать на сосиске вторую окружность подобную первой, то и на ней свечения не будет. И на третьей, четвёртой, пятой... – тоже.



– В момент удара молнии, вокруг дерева тоже существуют подобные чудо-линии (они невидимы, число их бесконечно), – замечает Шеф. – Их называют эквипотенциальными. Между любыми точками каждой из них нет напряжения. Несколько таких линий показаны на рисунке в виде концентрических окружностей, расходящихся от дерева по земле. Не советую одновременно стоять на двух таких линиях, особенно если расстояние между ними велико.

– А я не собираюсь вольтметром или собой тестировать ни «их», ни «между ними», – категорично заявляет Коллега, но увлечённость Шефа подсказывает ему, что даже быстротечность процесса не помешает реализации замысла.

Его величество случай преподносит сюрприз... Пастух принимается махать руками, сигналить в дудочку и указывать куда-то вверх.

– Над нами высоковольтные провода ЛЭП, – оповещает об опасности Шеф, – видимо один из них вот-вот оборвётся от ветра и упадёт вниз. Чтобы зафиксировать это происшествие нам потребуются понятия.

Сыщики приглашают из зала на сцену двух помощников – компактную девушку (в брюках) и крепкого на вид юношу.

Шеф просит девушку выйти на центр сцены для того, чтобы посмотреть, что случилось с проводом, а юношу – остаться на краю сцены и не допускать к месту происшествия зевак. В нужный момент Шеф тянет потайную нить и сверху к ногам жертвы падает конец толстой верёвки – это высоковольтный. От него линии тока устремляются по земле во все стороны. Зрители принимают условность происходящего и охотно включаются в игру воображений.

Шеф с чувством ответственности прикладывает к плечам девушки свою, периодически изменяющуюся силу и её начинает заметно трясти.

– Вы поняли, что с вами произошло? – спрашивает он. – Меня рядом с вами нет, я – галлюцинация. У вас шокое состояние, вы попали под шаговое напряжение! Зовите на помощь!.. Громче!..

– Помогите! ПОМОГИТЕ! – разносится призыв «жертвы».

Шеф продолжает репортаж с места событий, предоставляя героям истории возможность должным образом реагировать на опасную действительность (и заполнять пустоту его многоточий). Амплитуда событий нарастает:

– Прекрасная девушка от электрического шока погружается в сон, словно сказочная спящая красавица... Но призыв о помощи был услышан храбрым юношей... Чтобы помешать злу, рыцарю нужен хороший диэлектрик и он находит его... Словно копьё в руке он крепко сжимает непроводящую ток деревянную швабру... Смелчак бросается в опасную зону... Но, сделав два шага, возвращается... К нему приходит осознание опасность поражения шаговым напряжением... От его знаний зависит жизнь девушки, и он мучительно вспоминает, как быть... Вспомнил... И ринулся вперёд маленькими шажками («лилипутиками»)... Временами он переходил на приемлемое в таких случаях подсказывание на одной ножке... Добрался... Сжал швабру в руке и... Отбросил в сторону токонесущий провод... Взял бесчувственную девушку на руки... И подсказывая на одной ножке... Или другим более удобным и безопасным способом двинулся в обратный путь... А окружающие приветствовали акт спасения бурными аплодисментами...

Пока счастливые понятые садятся на место, Шеф вспоминает, как однажды на вопрос о том, как выходить из опасной зоны один горе-спасатель заявил – «Очень осторожно, не наступая на эквипотенциальные линии...»

Актёры выходят на край сцены.

– Дело о пропаже молока закрыто! – обретает дар слова Пастух.

И все вместе: – Расследование вёл Театр Занимательной Науки!



18.08.15