

## В ЛАБОРАТОРИИ РАЗРУШИТЕЛЕЙ МИФОВ

*Во имя Ампера, Ома и Вольты. Аминь.*

Фильм «Смертельное убийство» режиссёра Гениана Зелёного начинается с того, что в ванной комнате клуба любителей тавтологи обнаружен смертельно убитый труп погибшего мертвеца. Он находится в ванне, до краёв наполненной водой. Там же – очевидная причина гибели – электрический фен, подключённый к сети высокого напряжения. «Несчастный случай», – подумал бы всякий, – «роковая небрежность – уронить опасный прибор в воду». Но проницательный следователь обращает внимание на стрижку погибшего – «под ноль». Зачем лысому электрофен?.. Это преступник пытается запутать следствие!

Театр Занимательной Науки по этому поводу решает провести своё научное расследование. Присоединяйтесь! За дело берётся Эксперт...

– Вы знакомы с устройством электрофена? – интересуется он.

– Электродвигатель с лопастями создаёт воздушный поток, а раскалённая электрическим током спираль нагревает его.

Эксперт демонстрирует работу подобного устройства<sup>1</sup>: подключает его к сети<sup>2</sup> и ерошит тёплым воздухом шевелюру одного из участников расследования.

– А что произойдёт, если погрузить жужжащий электрофен в воду? – задаётся он вопросом.

– В электрике всего две неисправности: либо нет контакта там, где он нужен – либо он есть там, где совсем не нужен. В нашем (втором) случае, вода коснётся металлической спирали и контактов работающего электродвигателя, находящихся под напряжением. Будут искры и запах горелой проводки, – зрители уверены, что дело закончится коротким замыканием (КЗ) и порчей электроприбора.

– Чего не сделаешь ради науки! – берётся Эксперт за проверку.

Удерживая за шнур на весу, работающий фен, он медленно погружает его на дно небольшого аквариума с водопроводной водой. Кто-то зажмуривается: «У короткого замыкания бывают о-очень длинные последствия»<sup>3</sup>. Ожидаемого «пшика» с искрами не происходит, трудолюбивое жужжание фена не прекращается, а становится лишь более натужным! Эксперт подтягивает работающее устройство к поверхности воды, и сразу становится видимым движение жидкости. Это электрофен гонит через себя воду, подобно насосу, да ещё и нагревает её. Никакого КЗ!



Вытащим вилку электроприбора из розетки, отключим его на время для того, чтобы понять произошедшее.

*Как то дамочка заехала в гараж:*

– *На свиданье тороплюсь, взгляните.*

– *Замыкание короткое у вас.*

– *Ну, так поскорее удлините*<sup>4</sup>.

Надеемся, что среди присутствующих таких персонажей нет, они в отъезде, а оставшимся известно, что КЗ – это соединение двух точек электрической цепи, находящихся

<sup>1</sup> Бытового электрического фена, мощностью  $P = 1,5 \text{ кВт}$ .

<sup>2</sup> Напряжением  $U = 220 \text{ В}$ .

<sup>3</sup> Печальные детские воспоминания.

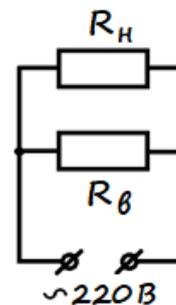
<sup>4</sup> Автор – Лецинский Л.

под напряжением, проводником с очень малым сопротивлением<sup>5</sup>. Звучит весьма прозаично, но зато какие последствия... Ток в цепи при этом резко возрастает и выделяется огромное количество тепла.

– Вот и гадай после этого, – задумывается один фантазёр, – умрёт ли электрический скат от короткого замыкания, после того, как хвостом почешет себе нос?

Но нас интересует, оставшийся в живых электрофен.

Погружение работающего прибора в воду, равноценно подсоединению параллельно ему «водяного резистора». Содеянное изображено на схеме, где  $R_n$  – сопротивление нагрузки<sup>6</sup> (т.е. электроприбора), а  $R_в$  – сопротивление воды между двумя контактами, которое во много-много раз больше сопротивления самого прибора<sup>7</sup>.



– Знаете, на кого похож электрический ток? – улыбается Эксперт.

– На лентяя: он всегда старается идти там, где полегче.

Раньше был единственный путь – «лёгкий» через нагрузку. Теперь появилась «тяжёлая» альтернатива – по воде. «Умный в гору не пойдёт, умный гору обойдёт». Ток через нагрузку уменьшается (часть электронов отправляется по новому пути), но незначительно<sup>8</sup>.

– Путь наименьшего сопротивления – самый верный. Миллиарды электронов не могут ошибаться!

По этой причине и под водой электрофен продолжает свою работу.

– А электроутюг?..

Все ненадолго задумываются...

– Так вот почему птичка без всякой для себя опасности может сесть на провод линии электропередач! – становимся мы свидетелями неожиданного прозрения. – Сопротивление её тела огромно по сравнению с сопротивлением проводника между её лапками, поэтому величина тока в теле птицы ничтожна и безвредна.



Птичка играет ту же роль, что водяной резистор. Но всё может кардинально, как в анекдоте, измениться: «Идёт говорящая ворона по проводам, а навстречу ей электрический ток. Что будет с вороной? Сначала она станет замкнутой, а потом вообще перестанет разговаривать».

– Что произойдёт, если в аквариум с включённым феном погрузить руку? – возвращается к расследованию Эксперт.

– Высокое напряжение опасно для жизни!

– Но птичка с такой категоричностью не согласится, – вставляет он вилку в розетку, и электрофен на дне аквариума послушно оживает. Эксперт выдерживает сценическую паузу и...

– Да пребудут со мной законы физические! – восклицает он, находясь в здравом уме и твердой памяти, и опускает свою руку в воду<sup>9</sup>...

– Ничто вам не напоминает птичку на проводе? – подталкивает Эксперт свидетелей эксперимента к размышлению.

Он водит кистью из стороны в сторону, расставляет и сводит пальцы... И всё без отрицательных для себя последствий. Невероятно, но факт!

Выходит, что гибель человека от электрофена в воде, так широко тиражируемая в детективных фильмах и книгах, это ложь. Миф, прописавшийся в сознании многих людей.

<sup>5</sup> По сравнению с сопротивлением участка цепи.

<sup>6</sup>  $R_n = U^2 / P$  и для нашего случая примерно равно  $(220В)^2 / 1500Вт \approx 30(Ом)$ .

<sup>7</sup> В этом мы убедимся позже.

<sup>8</sup> Так как  $U_n = U_в$ , то  $I_n / I_в = R_в / R_n$ .

<sup>9</sup> Это – не эксперимент, всё экспериментальное действие ТЗН осознано, опробовано и спланировано заранее.

А сравнение с птичкой уместное: Эксперт жив, пока надёжно изолирован от Земли диэлектриком (сухой обувью, непроводящим полом помещения), а если бы он стоял босиком или в мокрой обуви на влажной почве, то непременно бы пострадал. С птичками, сидящими на проводе, подобное происходит, когда они случайно касаются второго провода или заземлённых элементов конструкции (металлической опоры). Электрический ток не бьёт, он защищается. И в первую очередь от тех, кто не знает физику. А ещё есть случайности, которые не всегда можно предусмотреть...



Не стоит повторять этот эксперимент с коварным электричеством. Он может быть смертельно опасен! В интернете и от знатоков можно узнать множество трагических историй. Люди реально гибнут от упавших воду электроприборов.

– Но как такое возможно?

Продолжим наше расследование. Ввиду опасности последующих опытов, Эксперт отказывается от личного в них участия и предусмотрительно предлагает заменить себя хорошей моделью. Но где взять такую? Никто не желает выходить на электрический подиум.

– Висит груша, нельзя скушать. Что это?

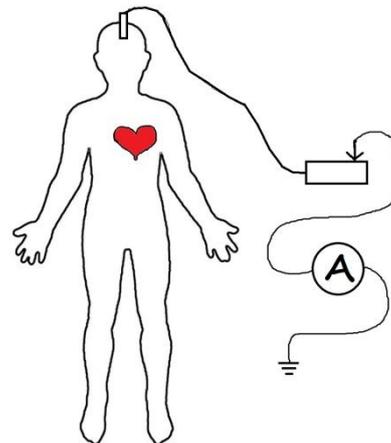
– Правильно, лампочка. Имеем лампочку, как модель груши. Как вы считаете, это хорошая модель?

– Смотря для чего... Если измерять объём, то хорошая. А если кушать...

– Нам нужна модель, через которую мы будем пропускать ток, и этим действием определяются требования к ней.

Эксперт демонстрирует пятнадцатисантиметровое плоское тело «железного человечка»<sup>10</sup>.

– Металлическая модель обладает проводимостью, много большей, чем тело реального человека. Чтобы сравнить их способности, наделим железного человечка соответствующим сопротивлением. При расследовании несчастных случаев сопротивление тела человека принимается за 1кОм, но реально его величина зависит от множества факторов, – Эксперт присоединяет<sup>11</sup> к голове фигурки провод от реостата<sup>12</sup> с необходимым максимальным сопротивлением.



«– Что тебя больше всего раздражает?

– Ток. От него меня просто трясёт!», – чтобы прочувствовать этот диалог, мы знакомимся с опасными токами и их последствиями для человека<sup>13</sup>:

<i>Сила переменного тока</i>	<i>Действие тока на организм</i>
1 мА	Порог чувствительности
2 – 10 мА	Боль, мышечные сокращения
10 – 20 мА	Растущее воздействие на мышцы,

<sup>10</sup> Фигурка вырезана из кровельного оцинкованного железа.

<sup>11</sup> С помощью зажима-крокодильчика.

<sup>12</sup> Реостат ползунковый школьный РПШ – 1кОм, 0,4А.

<sup>13</sup> Действие тока также зависит от пути его прохождения по телу человека и времени нахождения этого тела под напряжением.

	некоторые повреждения
16 мА	Ток, выше которого человек уже не может освободиться от электродов
20 – 100 мА	Дыхательный паралич
100 мА – 3 А	Смертельные желудочковые фибрилляции (необходима немедленная реанимация)

– Убивает человека не напряжение, а ток. Смертельной будем считать его величину в 100мА (0,1А), – резюмирует Эксперт и подсоединяет последовательно к реостату демонстрационный амперметр<sup>14</sup>.

Начинается следственный эксперимент: фигурка ставится в аквариум в стороне от фена, который затем подключается к сети.

– Какой ток проходит через сердечко модели и что показывает амперметр?

Его стрелка стоит на нуле, и это понятно, ведь цепь не замкнута (реализована ситуация «птичка на проводе»).

В отличие от аквариума реальная ванна может быть заземлена (соприкасается с землёй посредством металлических водопроводных труб). Смоделируем подобную ситуацию (человек касается телом заземлённой трубы) и соединим амперметр со специальным разъёмом «заземление» на демонстрационном столе. (Не зря недавно для нашего эксперимента мы упросили штатного электрика «заземлить незаземлённое заземление»).

При максимальном значении сопротивления реостата (1кОм) наш измерительный прибор показывает силу

тока примерно в 60мА (реализована ситуация про которую бывалые люди говорят «Если взяться одной рукой за фазу, а другой рукой за ноль, то вы поймете, отчего загорается лампочка»). Смертельно опасный ток!

– Сопротивление человеческого тела изменчиво, оно зависит от возраста человека, его пола, особенностей организма и может быть снижено, например, из-за повреждений кожных покровов, принятия алкоголя, малой продолжительности сна, болезни и прочих причин, – сообщая эту информацию, Эксперт постепенно сдвигает ручку реостата, уменьшая его сопротивление<sup>15</sup>.

Ток через модель возрастает до 100мА<sup>16</sup>. Наблюдатели фиксируют её «гибель». Звучит траурная музыка.

Пора подвести итоги нашего расследования.

Сцены из фильмов, в которых упавший в воду фен вызывает фонтаны искр, моргание освещения, закипание воды, обугливание тела, а предохранители при этом не отключают – режиссёрские сказки и художественная условность. Миф разрушен. Но... читая объявления о вакансиях электриков, всякий раз невольно задаёшься вопросом: «А что же случилось с предыдущими?»... Прогресс сделал электрические розетки безопасными



ЕСЛИ ХОЧЕШЬ  
ЗНАТЬ "АМПЕР" -



ПОДЕЛИ ТЫ  
"У" НА "ЭР"!

<sup>14</sup> Прибор переменного тока с пределом шкалы в 100мА.

<sup>15</sup> Примерно до 300(Ом).

<sup>16</sup> По этим данным с помощью закона Ома для участка цепи можно оценить сопротивление водяного резистора в нашем эксперименте:  $R_w = (U / I) - 300 = (220В / 0,1А) - 300(Ом) \approx 1900(Ом)$ . Оно в десятки раз больше сопротивления электрофена. Возможно, что в смертельных случаях «купания с феном» свою роль играет увеличение проводимости водопроводной воды за счёт растворения в ней различных солей и примесей (рекомендуемых для купаний).

для детей. В результате страдают самые талантливые и любознательные из них. Демонстрируя эксперимент с феном и водой, мы возлагаем на себя определённую ответственность. Поэтому всякий раз разъясняем зрителям опасность его бездумного повторения. В этой демонстрации слишком много факторов, влияющих на результат. Привычное, доброе электричество вмиг может превратиться в непредсказуемое и опасное. Оно не прощает ошибок.

– Что я без нуля?! – признаётся фаза: – Просто дикое безумное животное.

Если вам непонятна физическая суть этого электротехнического анекдота, не торопитесь в приветствии протягивать этой самой фазе свою руку.

15.03.19