

## **О методических материалах по установлению причинно-следственной связи между аварийными режимами в электропроводке с медными проводниками и возникновением пожара**

**И.С. Таубкин, А.Р. Саклантий**

Федеральное бюджетное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве юстиции Российской Федерации, Москва 109028, Россия

**Аннотация.** Установление причинно-следственной связи между аварийными режимами в медных электропроводах и моментом возникновения пожара – весьма актуальная задача. Экспертам ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России зачастую приходится сталкиваться с результатами первичных экспертиз судебно-экспертных учреждений Министерства внутренних дел России и Министерства по чрезвычайным ситуациям России, полученных с использованием методов и методических рекомендаций, позволяющих, как принято считать, установить время возникновения аварийного режима в электропроводке (до или в процессе пожара) и, соответственно, причастность аварийного режима к возникновению пожара.

В статье приведен критический анализ методических материалов МВД и МЧС России по исследованию этой связи, выявлены имеющиеся в них противоречия и недостатки, без устранения которых их использование в качестве судебно-экспертных методик нецелесообразно.

**Ключевые слова:** *медные электропроводники, короткое замыкание, оплавление, зажигание, пожар, методики, методические рекомендации, учебные пособия*

**Для цитирования:** Таубкин И.С., Саклантий А.Р. О методических материалах по установлению причинно-следственной связи между аварийными режимами в электропроводке с медными проводниками и возникновением пожара // Теория и практика судебной экспертизы. 2018. Том 13. № 3. С. 38–46. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2018-13-3-38-46>

## **Methodological Resources for Investigating the Failure Status of Electrical Wiring with Copper Conductors as the Cause of Fire**

**Igor' S. Taubkin, Aleksandr R. Saklantiy**

The Russian Federal Centre of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation, Moscow 109028, Russia

**Abstract.** The forensic task of establishing a causal relationship between the failure status of copper wiring and the moment of fire ignition is a pertinent one. Experts of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice routinely review the findings of initial investigations conducted by forensic science organizations of the Russian Ministry of Internal Affairs and the Russian Ministry of Emergency Situations using methods and guidance materials that claim to help determine the time of fault initiation in electrical wiring (prior to or during the fire), and thus establish whether the fault status caused or contributed to fire ignition.

The paper offers a critical review of methodological materials produced by the Ministry of Internal Affairs and the Ministry of Emergency Situations for practitioners investigating this causal relationship, and exposes their inconsistencies and limitations that will need to be corrected in order to make these practitioner guides actually practicable.

**Keywords:** *copper electrical conductors, short circuit, melting, ignition, fire, methods, methodological recommendations, learner's guides*

**For citation:** Taubkin I.S., Saklantiy A.R. Methodological Resources for Investigating the Failure Status of Electrical Wiring with Copper Conductors as the Cause of Fire. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2018. Vol. 13. No. 3. P. 38–46. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2018-13-3-38-46>

Согласно статистическим данным провода и кабели всех видов электроизделий имеют самый большой коэффициент значимости пожарной опасности, рассчитываемый по трем показателям: количеству пожаров, наносимому пожаром ущерб и числу погибших на пожаре людей [1–2]. В связи с этим они являются наиболее распространенными вещественными доказательствами по делам о пожарах. Основной задачей экспертного исследования изымаемых на месте происшествия фрагментов проводов и кабелей является установление механизма и условий их разрушения или оплавления с целью выяснения причинно-следственной связи между возможным аварийным режимом работы электросети и возникновением пожара [3–20].

Впервые исследования с целью определения причастности короткого замыкания (КЗ) в медных проводниках к пожару были предприняты в ГДР (Хагемайер В.) [5], ФРГ (Шентаг А.) и Польше (Григлевский Е.) [6]. В этих работах было высказано мнение, что время возникновения КЗ в медном проводнике может быть установлено по количественному содержанию в нем закиси меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ): если КЗ произошло в результате разрушения его изоляции от действия пламени или температур, развившихся на пожаре, т. е. в атмосфере задымленной, а следовательно, бедной кислородом, то в этом случае образование закиси меди в медном проводнике маловероятно. И наоборот, когда КЗ возникает в чистой, еще не задымленной среде, т. е. когда оно является причиной возникновения пожара, взаимодействие кислорода с медью проводника наиболее эффективно. Разница в степени поглощения кислорода медью в этих двух случаях якобы и может явиться критерием оценки причастности КЗ к возникновению пожара.

В 1973 году была опубликована работа [6], в которой сообщались результаты исследования возможности дифференциации КЗ в электропроводах с медными и алюминиевыми жилами на первичные и вторичные по отношению к пожару: для проверки правильности выводов вышеуказанных иностранных авторов были проведены исследования по пережиганию проводников токами КЗ как в чистой, так и в задымленной среде. Остановимся на этой работе более подробно.

В связи с тем, что среди схем электрооборудования большое распространение получили четырехпроводные сети с глухозазем-

ленной нейтралью, а из аварийных режимов в таких сетях наиболее частыми являются однофазные КЗ, при проведении исследований был выбран именно этот вид экспериментального КЗ. Сложность расчета однофазных КЗ заключается в том, что они относятся к так называемым несимметричным КЗ, поскольку при резком уменьшении напряжения в замкнутой фазе нарушается симметрия токов в системе, а геометрическая сумма фазных напряжений уже не равна нулю. Другой особенностью расчета токов короткого замыкания в сетях до 1000 В является то, что здесь нельзя пренебрегать активным сопротивлением любого элемента схемы, в том числе переходными сопротивлениями контактов и самой электрической дуги. Величины токов КЗ определяли методом симметричных составляющих. Токи КЗ фиксировали в экспериментах с помощью осциллографа, причем расшифровка осциллограмм показала близость их расчетных и экспериментальных величин.

Были проведены эксперименты в атмосфере с уменьшенным количеством кислорода (15, 10, 5 и 1 % об.), а также при наличии в ней углекислого газа (1,4 и 7 % об.), что всегда имеет место на пожаре. Результаты показали, что  $\text{Cu}_2\text{O}$  в проводнике образуется не только в атмосфере с наименьшим количеством кислорода (1 %), но и в атмосфере, содержащей углекислый газ. Причем в обоих случаях количество образующейся в медном проводнике  $\text{Cu}_2\text{O}$  часто превышало ее нормальное содержание (0,05 %), допустимое для «чистого», не нагретого и не пережженного медного проводника. По мнению авторов, образование в оплавлении  $\text{Cu}_2\text{O}$  больше нормы даже в атмосфере углекислого газа, очевидно, происходило за счет кислорода, содержащегося в углекислом газе. В результате не было установлено четкого различия в количественном содержании  $\text{Cu}_2\text{O}$  в зависимости от чистоты атмосферы, окружающей проводник<sup>1</sup>.

Для развития пожара содержание кислорода в помещении, где он возник, должно быть не менее 15 % от общего объема воздуха. Следовательно, условия, которые создавались в экспериментах, были менее благоприятными для образования закиси меди в проводниках по сравнению с реальными условиями пожаров. Таким образом, мнение, высказанное в работах вышеуказанных иностранных авторов о возможности определения первичности или вторичности

<sup>1</sup> Здесь и далее курсив авторов.

*КЗ в медных проводниках, оплавленных током КЗ, не подтвердилось.*

Следует отметить, что Хагемайер [5] указывал на следующие обстоятельства:

- металлографическим методом по количеству закиси меди можно установить, произошло ли КЗ в атмосфере богатой (до пожара) или бедной кислородом (задымленной в ходе развития пожара);

- нельзя сделать вывод о том, является ли КЗ причиной пожара; в любом случае результаты экспертизы надлежит оценивать вместе с результатами всех остальных исследований и данных следствия.

Исследования по установлению признаков, позволяющих определить причастность к пожарам аварийных режимов в проводах и кабелях, впервые были проведены в нашей стране во ВНИИПО МВД СССР. В 1971 году были подготовлены временные методики по определению момента короткого замыкания в медных и алюминиевых проводах [7, 8], по результатам практической апробации которых в 1980 году были опубликованы «Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах» (далее – «Методы...») [9]. Необходимо отметить, что апробация методик по определению момента КЗ (до пожара или как следствие пожара) по материалам судебно-экспертной практики недопустима в связи с тем, что пожар – исключительно сложное физико-химическое явление, возникновение и развитие которого определяется совокупностью множества факторов. В «Методах...» приведены четыре методических указания по определению причастности к возникновению пожаров КЗ в проводах с медными и алюминиевыми жилами, а также в лампах накаливания. В п. 2.1.1 «Методов...» отмечалось: «Методика предназначена для определения причастности к возникновению пожара коротких замыканий в открыто проложенных проводах с медными жилами независимо от их сечения и числа проволок в жиле, подвергавшихся при пожаре воздействию температуры не более 900 °С. Методика не распространяется на кабели и электропроводки, проложенные в трубах».

В методических рекомендациях ВНИИ МВД СССР [10], изданных в 1986 году, «Методы...» ВНИИПО [9] были подвергнуты критике. В частности, отмечалось: «Как показывает экспертная практика ВНИИ МВД СССР, по существующей методике (имеет-

ся в виду работа [9] – прим. авторов) примерно в 50 % экспертиз не представилось возможным определить момент возникновения короткого замыкания. Кроме того в ней не рассматриваются граничные условия применимости методов исследования и оценки получаемых результатов». Добавим, что методы верификации результатов работы [9] авторами методических рекомендаций [10] не были указаны, к тому же уровень судебных пожарно-технических экспертиз, выполняемых в основном по материалам уголовных дел, и работы дознавателей на месте происшествия, ограниченный перечень и чрезвычайно низкое качество представляемых ими для производства экспертиз материалов и вещественных доказательств, в том числе оплавленных электрических проводников, позволяют усомниться в достоверности указанной цифры.

Во введении методических рекомендаций [10] отмечается, что «целью данной работы является создание комплексной методики исследования медных и алюминиевых проводников со следами оплавлений и определения момента возникновения короткого замыкания». Там же, в разделе «Общие положения», указано, что изложенная в работе «методика предназначена для исследования проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами любого сечения, проложенных как открыто, так и в трубах, металлорукавах, глухих коробах и т. д.».

Критический анализ методических рекомендаций [10] был приведен в работах [11–12]. Рассмотрим лишь некоторые его положения.

Основными понятиями, которые используются в методических рекомендациях [10], являются первичное КЗ (ПКЗ) и вторичное КЗ (ВКЗ). Под ПКЗ понимается КЗ, «которое происходит в отсутствие воздействия на проводник опасных факторов пожара при нормальной (комнатной) температуре окружающей среды и нормальном составе атмосферы (21 % кислорода, 79 % азота)». Под ВКЗ «понимается КЗ, которое происходит в процессе развития пожара при повышенной температуре окружающей среды (200 °С и более), достаточной для начала интенсивного термического разложения изоляции, в атмосфере, насыщенной газообразными продуктами разложения горючих веществ (СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub> и др.), при пониженном содержании кислорода», причем процентное его содержание не указывается.

Однако при ПКЗ, сопровождаемом горением изоляции, зона замыкания локально задымлена продуктами горящей изоляции, причем, как утверждается в работе Г.И. Смелкова [13], это локальное задымление значительно стабильнее (по плотности и составу), чем общее задымление помещения при пожаре. Таким образом, ПКЗ, сопровождаемое горением изоляции, происходит в атмосфере продуктов пиролиза и горения изоляции (а не при нормальном составе атмосферы, как указывается в определении ПКЗ в работе [10]) и при температуре вокруг проводников, равной температуре горения изоляции, а не при нормальной (комнатной) температуре окружающей среды.

Определение ПКЗ, приведенное в методических рекомендациях [10] больше соответствует случаю ПКЗ без горения изоляции, т. е. КЗ, пожароопасность которого определяется в основном разлетом накалированных частиц металла. К определению ПКЗ, сопровождаемому горением изоляции, ближе определение ВКЗ из методических рекомендаций [10]. Определение ПКЗ, приведенное в этих рекомендациях, очевидно, обусловлено тем, что экспериментальное моделирование ПКЗ, весьма сложно реализуемое в лабораторных условиях, проводилось на «голых» проводниках, т. е. на проводниках без изоляции [11, 15].

Продукты разложения и горения изоляции препятствуют не только поступлению кислорода к расплаву жил проводов, но и взаимодействию с ним. Фактом, свидетельствующим о таком взаимодействии при ПКЗ, является обнаружение хлора внутри поры оплавления медного проводника с изоляцией из ПВХ [11]. Поэтому приведенное в методических рекомендациях [10] утверждение, что «если в элементные составы зон оплавления медных и алюминиевых проводников дополнительно входят элементы, содержащиеся в изоляции, то такие проводники были оплавлены при ВКЗ», ошибочно. В связи с этим в работе [11] указывается: «Условия экспериментального моделирования по различию ПКЗ и ВКЗ в указанных методиках (имеются в виду работы [4–10] – *прим. авторов*) не соответствуют реальным условиям загорания в отношении состава окружающей проводник атмосферы, которая на начальной стадии аварийного процесса при ПКЗ формируется газообразными продуктами, образующимися при разложении изоляционного по-

крова проводников. В частности, при моделировании ПКЗ и ВКЗ участки медных жил вблизи места КЗ (3–10 см от места оплавления), по которым в дальнейшем проводится установление относительного содержания окисных фаз меди ( $\text{CuO}$  и  $\text{Cu}_2\text{O}$ ), лишены изоляционного покрова, поэтому результат установления относительного содержания окисных фаз соответствует условиям КЗ для медных проводников без изоляционного покрова». Причем это замечание сделано одним из авторов работы [10].

Таким образом, определения ПКЗ и ВКЗ, приведенные в методических рекомендациях [10] и являющиеся базовыми для дифференциации их признаков, ошибочны.

Там же (с. 35) утверждается, что «отсутствие в атмосфере ПКЗ газов-восстановителей приводит к тому, что газовые раковины и поры в оплавленном участке не образуются». Однако в работах<sup>2</sup> [16] показано, что поры в оплавлениях, возникающих при КЗ, образуются и при КЗ в атмосфере с нормальным содержанием кислорода.

Необходимо иметь в виду следующее замечание к методическим рекомендациям [10], высказанное в работе [11]: «Если следовать этой методике (методическим рекомендациям [10] – *прим. авторов*) и считать образование структуры с равноосными зернами только признаком вторичного КЗ, то, как показывает экспертная практика, вторичное КЗ может быть приписано тем оплавлениям медных проводников, которые возникли в результате термического воздействия пожара на проводники в условиях отсутствия подвода электрической энергии».

В методических рекомендациях [10] отсутствует четкое изложение совокупности признаков причастности к пожарам аварийных режимов в медных и алюминиевых проводниках, а также подробное представление методик, параметров и результатов моделирования этих режимов, позволивших их разработчикам обосновать выбранную ими указанную совокупность. Кроме того, в этих рекомендациях не рассмотрены граничные условия их применения и погрешности получаемых результатов.

Отсутствие же в методических рекомендациях [10] описания методик, информации

<sup>2</sup> Исламов Т.Х., Юсупов М.И. Отчет по НИР по теме № 34 «Исследования оплавлений на медных проводниках для выявления признаков первичности (вторичности) короткого замыкания». Ташкент, НИИ судебной экспертизы им. Х. Сулеймановой, 1991. 22 с.

о параметрах и результатах моделирования аварийных режимов не позволяет пользователям этих рекомендаций оценить их достоверность самостоятельно.

В 2008 году вышел в свет сборник методических рекомендаций [17]. На обороте его титульного листа написано, что он «содержит методики инструментальных исследований, рекомендуемые к применению в настоящее время при исследовании пожаров и выполнении судебных пожарно-технических экспертиз в судебных экспертных учреждениях Федеральной противопожарной службы МЧС России». В сборнике также указывается, что методика исследования оплавлений медных проводников представлена в редакции предшествующих публикаций [10, 18]. Таким образом, в разделе 2.4. сборника не учтены замечания по методическим материалам ВНИИ МВД, приведенные в работах [11–12], а также результаты работы [6]. Вместе с тем отмечается (с. 186), что методика «может применяться при исследовании оплавленных проводов не только в обычной электросети, но и однопроводной электросети постоянного тока, используемой в автомобильном транспорте, а также на некоторых других объектах».

Однако в 2012 году в докладе на XXIV Международной практической конференции по проблемам пожарной безопасности [19] авторы сборника методических рекомендаций [17] констатировали: «За длительный период практического применения методики у экспертов накопилось значительное количество вопросов, требующих разрешения. Нередки случаи, когда результаты исследования явно не согласуются с прочими известными данными по пожару. Методика [2, 3] (имеются в виду методические рекомендации [10] и [4] – *прим. авторов*) предназначена только для открытой проводки, в то время как чаще применяется прокладка проводов в кабель-каналах, пластиковых и металлорукавах и т. д. Часто отдельные дифференцирующие признаки противоречат друг другу.

Например, множество оплавлений, характерных (по визуальным признакам) для теплового воздействия пожара, имеют в микроструктуре значительное количество кислорода, превышающее исходное значение 0,05 %.

Особые сложности в трактовке природы оплавлений медных проводников возникают при комплексном воздействии на провод-

ник аварийных режимов КЗ, перегрузки и вторичного отжига в ходе пожара.

Опыт показывает, что содержание кислорода выше 0,05 % и дендритная форма зерна, являющиеся необходимыми условиями, на основании которых делается вывод о первичности КЗ, не всегда выполняются.

Первичное КЗ, возникающее в кабельной продукции, вызывает появление крупных зерен, сильно вытянутых вдоль оси проводника, при содержании кислорода 0,05 % и значительном количестве пор. Эти признаки характерны для быстрого охлаждения при пониженном содержании кислорода в окружающей среде. С одной стороны, быстрое охлаждение, характерное для первичного КЗ, а с другой – низкое содержание кислорода, указывающее на вторичное КЗ. Учитывая температуру рекристаллизации меди, примерно равную 450–500 °С, можно предположить, что вытянутые зерна меди при достижении этих температур изменят свою форму на равноосную. Это означает, что оплавление, образовавшееся в условиях ПКЗ, при дальнейшем развитии пожара приобретет признаки ВКЗ.

В электродуговых оплавлениях возникают микроструктуры, которые представляют собой дендритные зерна меди при содержании кислорода на уровне 0,05 %. При этом возникает ситуация с двойным толкованием условий формирования оплавления – низкая концентрация кислорода указывает на вторичное КЗ, а быстрое охлаждение характерно для ПКЗ.

*Очевидно, что методика экспертного анализа после пожара оплавлений медных проводников нуждается в усовершенствовании. Для этого необходимо проведение НИР, моделирование реальных условий пожара и осуществление экспериментальных исследований. Соответствующая работа в настоящее время ведется в Исследовательском центре экспертизы пожаров Санкт-Петербургского филиала ВНИИПО. Создан экспериментальный стенд, позволяющий моделировать электрические аварийные режимы, контролируя при этом токовые характеристики, режимы внешнего нагрева, а также газовый состав атмосферы» [19].*

*Таким образом, методика экспертного анализа после пожара оплавлений медных проводников, изложенная в сборнике методических рекомендаций [17], дезавуирована ее же авторами спустя 4 года после ее публикации и использования в судебно-экспертной практике.*

Подчеркнем следующее. Положение в указанном сборнике [17], что изложенная в нем методика «может применяться при исследовании оплавленных проводов не только в обычной электросети, но и однопроводной электросети постоянного тока, используемой в автомобильном транспорте», является спорным. Так, в диссертации А.И. Богатищева<sup>3</sup> утверждается обратное: «Момент возникновения аварийного режима (до начала пожара или в процессе пожара) в виде КЗ, установленный с помощью инструментальных методов... не должен однозначно ассоциироваться с наличием или отсутствием причинно-следственной связи КЗ с причиной пожара. Связь аварийных режимов с возникновением пожаров на автотранспортных средствах можно установить лишь на основе комплексного исследования электрических и тепловых процессов, имеющих место на пожаре. При установлении причины возникновения пожара необходимо в комплексе проводить исследования систем, узлов и агрегатов автотранспортных средств, которые могут иметь отношение к возникновению пожара, в сочетании с информацией об обстоятельствах происшествия, об исходном техническом состоянии автотранспортных средств и результатами пожарно-технического исследования».

«Рентгеноструктурное исследование разрушенных электропроводов не позволяет однозначно ответить на вопросы о механизме их разрушения, а также о моменте короткого замыкания (до начала пожара или в процессе пожара). Также не обнаружены надежные признаки микроструктуры металла токоведущих жил, позволяющие по результатам металлографического анализа дифференцировать условия окружающей среды при установлении момента короткого замыкания (до пожара или в процессе пожара)».

В 2015 году издано учебное пособие [20], которое, несмотря на то, что это всего лишь учебное издание<sup>4</sup>, эксперты МЧС и МВД стали использовать в судебно-экспертной практике как методику, что недопустимо.

Необходимо отметить, что в системах МВД и МЧС методические материалы выпускаются часто также в виде методических рекомендаций [10, 20]. При этом понятие методики и методических рекомендаций в этих материалах идентичны, что неверно. Так, согласно «Словарю основных терминов судебных экспертиз», «методические рекомендации – предложения по реализации результатов научно-исследовательских работ, решений научных конференций, научно-практических семинаров, методических советов, служебных совещаний и т. п. по вопросам организационной, экспертной, научной и иной деятельности учреждений судебной экспертизы системы МЮ СССР» [21]. В то же время, на наш взгляд, методика представляет собой методический материал, содержащий перечень и алгоритм реализации системы методов (приемов, технических средств), применяемых при изучении объектов судебной экспертизы для установления фактов, относящихся к ее предмету, с обязательным четким указанием граничных условий применения этих методов, а также величины погрешности получаемых при их использовании результатов.

Обратим внимание, что во многих методических материалах МВД и МЧС по исследованию причастности аварийных режимов в электрических проводниках к пожару отмечается, что при установлении причинно-следственной связи их повреждений с возникновением пожара результаты инструментальных исследований проводников выполняют лишь роль фрагмента, необходимого, но не достаточного для обоснованного решения вопроса в полном объеме. Действительно, проводники с характерными оплавлениями могут быть внесены на место происшествия специально [22]. Они могут быть повреждены и в процессе тушения пожара или при включении электропитания после пожара. Поэтому необходимо различать ситуации, связанные с повреждением проводника, находящегося в причинной связи с возникновением пожара, повреждением, вызванным самим пожаром, и повреждениями, не связанными с физико-химическим процессом инициирования горения и его развития.

В работе [23] отмечается, что эксперту (физику или металловеду) по результатам инструментальных исследований проводов на предмет установления первичности (вторичности) КЗ «следует, вероятно, формулировать вывод лишь о наличии тех

<sup>3</sup> Богатищев А.И. Пожарная опасность аварийных режимов в сетях электрооборудования автотранспортных средств: автореферат дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2003. 24 с.

<sup>4</sup> ГОСТ 7.60-2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Издания. Основные виды. Термины и определения.

или иных признаков ПКЗ (ВКЗ). Затем полученные результаты должны попадать к пожарно-техническому эксперту, а никак не к следователю. Такая роль результатов инструментальных исследований – роль «промежуточного продукта» в экспертном исследовании по пожару – никоим образом не снижает их ценности как важнейшего источника объективной информации». С этим мнением можно согласиться только в том случае, если признаки аварийных режимов в электрических проводах, обусловленные физико-химическими процессами при ПКЗ,

ВКЗ или перегрузке и определяемые инструментальными методами с учетом всех факторов, влияющих на эти режимы, безошибочно их дифференцируют.

Таким образом, обзор методических материалов МВД и МЧС по установлению этих признаков свидетельствует о том, что они несовершенны и требуют существенной доработки, а их использование в судебных пожарно-технических экспертизах – нецелесообразно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смелков Г.И. Статистические данные о пожарной опасности электрических изделий в 1992 году // Пожаровзрывобезопасность. 1993. № 4. С. 21–24.
2. Смелков Г.И., Рябиков А.И. Анализ статистических данных о пожарной опасности электрических изделий // Энергобезопасность и энергосбережение. 2009. № 1. С. 4–8.
3. Россинская Е.В. Экспертные ошибки, допускаемые при исследовании кабельных изделий // Экспертная практика и новые методы исследования. 1991. Вып. 1. С. 1–9.
4. Колмаков А.И., Степанов Б.В., Зернов С.И., Россинская Е.Р., Соколов Н.Г. Диагностика причин разрушения металлических проводников, изъятых с мест пожара: метод. рекомендации. М.: ЭКЦ МВД РФ, 1992. 29 с.
5. Hagemeyer W. Die metallographische Untersuchung von Kupferleitern als Methode zur Unterscheidung zwischen primären und sekundären Kurzschlüssen // Schriftenreihe der Deutschen Volkspolizei. 1963. 7–12, 1180–1170. (Бюллетень переводов зарубежной литературы. ЦНИИСЭ. Юридическая комиссия при Совете Министров РСФСР. 1968. № 4. С. 45–53).
6. Смелков Г.И., Фетисов П.А. Возникновение пожаров при коротких замыканиях в электропроводах. М.: Стройиздат. 1973. 78 с.
7. Смелков Г.И., Кашолкин Б.И., Томашпольский Ю.Я. Временная методика по определению момента короткого замыкания в медных проводах. М.: ВНИИПО МВД СССР, 1971. 42 с.
8. Смелков Г.И., Кашолкин Б.И., Штейнберг Ю.В., Томашпольский Ю.Я. Временная методика по определению момента короткого замыкания в алюминиевых проводах. М.: ВНИИПО МВД СССР, 1971. 43 с.
9. Смелков Г.И., Александров А.А., Пехотиков В.А. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах. М.: Стройиздат, 1980. 59 с.
10. Митричев Л.С., Колмаков А.И., Степанов Б.В., Россинская Е.Р., Вртанесьян Э.В., Зернов С.И. Исследования медных и алю-

#### REFERENCES

1. Smelkov G.I. Statistical data on the fire hazards of electrical equipment in 1992. *Fire and Explosion Safety*. 1993. No. 4. P. 21–24. (In Russ.)
2. Smelkov G.I., Rjabikov A.I. The analysis of the statistical data about fire danger of electric products. *Energy Safety and Energy Economy*. 2009. No. 1. P. 4–8 (In Russ.)
3. Rossinskaya E.V. Errors committed by forensic examiners of cable products. *Forensic practice and new examination methods*. 1991. No. 1. P. 1–9. (In Russ.)
4. Kolmakov A.I., Stepanov B.V., Zernov S.I., Rossinskaya E.R., Sokolov N.G. *Diagnosing the cause of deterioration of metal conductors recovered from the fire scene: methodological recommendations*. Moscow: EKTs MVD RF, 1992. 29 p. (In Russ.)
5. Hagemeyer W. Die metallographische Untersuchung von Kupferleitern als Methode zur Unterscheidung zwischen primären und sekundären Kurzschlüssen. *Schriftenreihe der Deutschen Volkspolizei*. 1963. 7–12, 1180–1170. (Bulletin of foreign literature translations. TsNIISE. The Legal Commission of the RSFSR Council of Ministers. 1968. No. 4. P. 45–53). (In Russ.)
6. Smelkov G.I., Fetisov P.A. *The occurrence of fires in the short-circuit in wiring*. Moscow: Stroizdat, 1973. 78 p. (In Russ.)
7. Smelkov G.I., Kasholkin B.I., Tomashpol'skii Yu. Ya. *Interim methodology for determining the moment of short circuit occurrence in copper wires*. Moscow: VNIPO MVD SSSR, 1971. 42 p. (In Russ.)
8. Smelkov G.I., Kasholkin B.I., Shteinberg Yu.V. Tomashpol'skii Yu. Ya. *Interim methodology for determining the moment of short circuit occurrence in aluminum wires*. Moscow: VNIPO MVD SSSR, 1971. 43 p. (In Russ.)
9. Smelkov G.I., Aleksandrov A.A., Pekhotikov V.A. *Methods for investigating fire causation by failures in electrical equipment*. Moscow: Stroizdat, 1980. 59 p. (In Russ.)
10. Mitrichev L.S., Kolmakov A.I., Stepanov B.V., Rossinskaya E.R., Vrtanes'yan E.V., Zernov S.I. *Examination of copper and aluminum conduc-*

- миниовых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия: метод. рекомендации. М.: ВНИИ МВД СССР, 1986. 44 с.
11. Струков В.М., Зернов С.М. Экспертное исследование изымаемых с мест пожаров электротехнических изделий с трубчатыми нагревательными элементами: учебное пособие. М.: ЭКЦ МВД РФ, 1996. 54 с.
  12. Таубкин И.С. О допустимости признаков «первичного» и «вторичного» коротких замыканий в качестве доказательств времени возникновения пожара // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. М.: ВНИИ РАН, 2001. Вып. 1. С. 123–133.
  13. Смелков Г.И. Пожарная опасность электропроводок при аварийных режимах. М.: Энергоатомиздат, 1984. 184 с.
  14. Таубкин И.С. Поджог. Мотивы, признаки, способы и средства. Метод. рекомендации для экспертов и следователей. М.: РФЦСЭ, 2017. 324 с.
  15. Митричев Л.С., Колмаков А.И., Степанов Б.В., Россинская Е.Р., Зернов С.И., Вртанесьян Э.В. Исследование физико-химических процессов в кабельных изделиях при пожарах и коротких замыканиях // Вопросы теории криминалистики и экспертно-криминалистические проблемы: сб. науч. тр. М.: ВНИИ МВД СССР, 1987. С. 60–73.
  16. Граненков Н.М., Дюбаров Г.В., Трутнев В.Ф., Чиликин М.В. Исследование медных проводов в зонах короткого замыкания однопроводной сети // Пожаровзрывобезопасность. 1993. № 4. С. 25–27.
  17. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: сб. метод. рекомендаций / Под ред. И.Д. Чешко и А.Н. Соколовой. СПб.: С.-Петербург. филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России. 2008. 279 с.
  18. Граненков Н.М., Зернов С.И., Колмаков А.И., Пеньков В.В., Соколов Н.Г., Степанов Б.В., Таубкин И.С., Чешко И.Д. Экспертное исследование металлических изделий. Учебное пособие (по делам о пожарах) / Под ред. А.И. Колмакова. М.: ЭКЦ МВД России, 1993. 104 с.
  19. Мокряк А.Ю., Чешко И.Д. Актуальные проблемы экспертного анализа медных проводников после пожара // XXIV Международная научно-практическая конференция по проблемам пожарной безопасности, посвященная 75-летию создания института: тезисы докладов. Часть 1. М.: ФБГУ ВНИИПО МЧС России, 2012. С. 378–381.
  20. Мокряк А.Ю., Пеньков В.В., Чешко И.Д., Шульгин С.О., Парийская А.Ю., Колмаков А.И. Экспертное исследование оплавленных медных проводников, изымаемых с места пожара: учебное пособие. М.: ЭКЦ МВД России, 2015. 80 с.
  - tors in short-circuit and thermal loading zones: methodological recommendations. Moscow: VNII MVD SSSR, 1986. 44 p. (In Russ.)
  11. Strukov V.M., Zernov S.M. *Forensic examination of electrical equipment with sheathed heating elements recovered from the fire scene: A manual*. Moscow: EKTs MVD RF, 1996. 54 p. (In Russ.)
  12. Taubkin I.S. Admissibility of “primary” and “secondary” short circuit evidence as proof of the time of ignition. *Problems of safety in emergency situations*. Moscow: VINITI RAN, 2001. No. 1. P. 123–133. (In Russ.)
  13. Smelkov G.I. *Fire hazards of electrical wiring operating in failure mode*. Moscow: Energoatomizdat, 1984. 184 p. (In Russ.)
  14. Taubkin I.S. *Arson. Motives, evidence, methods and means. Methodological recommendations for forensic examiners and investigators*. Moscow: RFCFS, 2017. 324 p. (In Russ.)
  15. Mitrichev L.S., Kolmakov A.I., Stepanov B.V., Rossinskaya E.R., Zernov S.I., Vrtanes'yan E.V. Investigation of physical and chemical processes in cables during fires and short circuit failures. *Issues in the theory of criminalistics and problems of forensic criminalistics: Collection of scientific works*. Moscow: VNII MVD SSSR, 1987. P. 60–73. (In Russ.)
  16. Granenkov N.M., Dyubarov G.V., Trutnev V.F., Chilikin M.V. Examination of copper wiring in the short circuit zones of single-wire transmission lines. *Fire and Explosion Safety*. 1993. No. 4. P. 25–27. (In Russ.)
  17. Cheshko I.D., Sokolova A.N. (eds.) *The use of instrumental techniques and equipment in forensic fire investigation: Collected methodological recommendations*. St. Petersburg: St. Petersburg. Branch of FGU VNIIPPO MChS Rossii. 2008. 279 p. (In Russ.)
  18. Granenkov N.M., Zernov S.I., Kolmakov A.I., Pen'kov V.V., Sokolov N.G., Stepanov B.V., Taubkin I.S., Cheshko I.D. *Forensic examination of metal articles. A manual (for fire investigators)*. Moscow: EKTs MVD Rossii, 1993. 104 p. (In Russ.)
  19. Mokryak A.Yu., Cheshko I.D. Current issues in post-fire forensic analysis of copper conductors. *Abstract for the XXIV International Conference on the Problems of Applied Fire Safety marking the Institute's 75th anniversary*. Part 1. Moscow: FBGU VNIIPPO MChS Rossii, 2012. P. 378–381. (In Russ.)
  20. Mokryak A.Yu., Pen'kov V.V., Cheshko I.D., Shul'gin S.O., Pariiskaya A.Yu., Kolmakov A.I. *Forensic examination of melting on copper conductors recovered from the fire scene. A manual*. Moscow: EKTs MVD Rossii, 2015. 80 p. (In Russ.)

21. Словарь основных терминов судебных экспертиз / Под ред. А.И. Винберга, А.Р. Шляхова, А.А. Эйсмана. М.: ВНИИСЭ МЮ СССР, 1980. 92 с.
22. Маковкин А.В., Кабанов В.Н., Струков В.М. Проведение экспертных исследований по установлению причинно-следственной связи аварийных процессов в электросети с возникновением пожара. Учебное пособие. М.: ВНКЦ МВД СССР, 1990. 64 с.
23. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования) / Под ред. Н.А. Андреева. 2-е изд., стереотип. СПб.: СПб ИПБ МВД России, 1997. 562 с.
21. Vinberg A.I., Shlyakhov A.R., Eisman A.A. (eds.). *Glossary of key terms in forensic investigation*. Moscow: VNIISE MYu SSSR, 1980. 92 p. (In Russ.)
22. Makovkin A.V., Kabanov V.N., Strukov V.M. *Forensic investigation of fire causation by failure processes in the power grid. A manual*. Moscow: VNKTs MVD SSSR, 1990. 64 p. (In Russ.)
23. Cheshko I.D. *Forensic fire investigation (objects of study, methods and techniques)*. 2<sup>nd</sup> ed. SPb.: SPb IPB MVD Rossii, 1997. 562 p. (In Russ.)

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Тaubкин Игорь Соломонович** – к. т. н., главный научный сотрудник отдела научно-методического обеспечения производства экспертиз ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; e-mail: onmo@sudexpert.ru.

**Саклантий Александр Робертович** – к. т. н., ведущий государственный судебный эксперт отдела судебной экспертизы пожаров и взрывов ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; e-mail: oeipiv@mail.ru.

#### ABOUT THE AUTHORS

**Taubkin Igor' Solomonovich** – Candidate of Engineering, Principal Research Associate at the Research Methodology Department of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: onmo@sudexpert.ru.

**Saklantiy Aleksandr Robertovich** – Candidate of Engineering, Lead State Forensic Examiner at the Department of Fire and Explosion Investigations of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: oeipiv@mail.ru.

*Статья получена 21.06.2018  
Received 21.06.2018*