

УДК 629.039.58

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2017

Методика количественной оценки состояния электробезопасности в войсковых частях

Е. А. Андреев,
А. С. Орлов,
А. А. Левчук,
А. В. Филатов,

Военно-космическая академия
имени А. Ф. Можайского,
г. Санкт-Петербург

Аннотация

В статье рассмотрены некоторые проблемы производственного электротравматизма. Проведен краткий анализ статистических данных электротравматизма и существующих документов в области обеспечения электробезопасности. Предложена методика оценки состояния электробезопасности, которая может обеспечить снижение профессионального риска для электротехнического и электротехнологического персонала при эксплуатации электроустановок.

Ключевые слова: электротравматизм, показатель электробезопасности, количественная оценка.

Содержание

Введение
Постановка задачи
Заключение
Литература

Введение

В технике страшнее всего быть троечником. Троечник — это человек достаточно грамотный, чтобы представить последствия катастрофы, но недостаточно грамотный, чтобы ее предотвратить.

И. В. Курчатов

При анализе статистических данных, касающихся электротравматизма, выявлено, что около половины несчастных случаев на производстве приводят к летальному исходу, а еще четверть — к тяжелым последствиям. Всего же в Российской Федерации смертельные случаи от действия электрического тока, по разным оценкам, составляют 2,5—3,0% от общего числа производственных травм, что непропорционально много относительно травматизма вообще, и это определяет актуальность проблемы электробезопасности [1].

В качестве основных причин электротравматизма выделяют некачественное выполнение организационно-технических мероприятий, низкую квалификацию обслуживающего персонала, износ электротехнического оборудования и предельное состояние технических средств защиты.

Анализ травматизма в Вооруженных силах Российской Федерации показывает, что травмы, полученные от действия электрического тока, также имеют раз-

носторонний характер. Серьезную озабоченность вызывает электротравматизм с участием инженерно-технического персонала, поскольку организация работ в электроустановках и подготовка персонала должны быть на высоком уровне.

Отдельно необходимо остановиться на оценке состояния безопасности военной службы в воинской части, которая проводится путем сравнения текущего состояния с аналогичным периодом предыдущего учебного года (периода обучения). Определяется эффективность работы органов военного управления и должностных лиц по созданию и обеспечению безопасных условий военной службы. Сравнение проводится по количественным показателям и их коэффициентам. К количественным показателям анализа состояния безопасности военной службы относятся (в пересчете на одну тысячу военнослужащих):

- гибель военнослужащих при исполнении обязанностей военной службы;
- получение военнослужащими увечий (травм) с потерями при исполнении обязанностей военной службы;
- причинение вреда жизни, здоровью, имуществу местного населения и окружающей среде в ходе повседневной деятельности воинской части.

Количественная оценка эффективности действия средств электробезопасности может быть дана по вероятности или интенсивности поражения человека электрическим током.

На основе этих данных делаются выводы о состоянии безопасности военной службы, в воинской части и определяются меры, направленные на повышение безопасности военной службы [2].

Несчастный случай, связанный с поражением человека электрическим током, взятый как одно конкретное событие, предвидеть невозможно. Однако при случайных массовых событиях можно проследить четкие закономерности, которые предлагается использовать как для оценки существующего положения, так и для прогнозирования изучаемого явления.

Подобный подход раскрывает состояние травматизма и привлекает внимание к наиболее «электроопасным должностям» и опасным работам, но не определяет причин травматизма. Для профилактики травматизма необходимо уметь разбираться в технических и организационных причинах,

вызвавших его или способствующих его возникновению в воинской части. Эти причины могут быть выявлены только методами технического анализа.

Если рассмотреть электротравматизм с точки зрения теории риска, то необходимо провести сравнение расчетных величин риска получения электротравм с нормативными значениями рисков. Существующие документы в области обеспечения безопасности регламентируют только вероятность возникновения пожаров и взрывов на технологических участках, а количественно допустимый уровень обеспечения электробезопасности в отраслевых нормативных документах не установлен.

Постановка задачи

Определение расчетных величин риска получения электротравм на объекте будем осуществлять на основе:

- анализа классификаций помещений по электробезопасности объекта;
- определения частоты реализации получения электротравм;
- построения полей опасных факторов электротравм для различных сценариев его развития;
- оценки последствий воздействия опасных факторов электрического тока на людей для различных сценариев его развития;
- наличия систем технической защиты от поражения электрическим током в зданиях, сооружениях и строениях.

Рассмотрим методику количественной оценки состояния электробезопасности в войсковых частях. Данная методика позволит оценить не только состояние электробезопасности, но и состояние надежности и живучести систем электроснабжения (СЭС), техническое состояние СЭС и электроустановок, организацию эксплуатации и расход электроэнергии в СЭС.

Для оценки состояния электробезопасности введем критерий безопасности электроустановок (ЭУ), который определяется как сумма показателя предпосылок к электротравматизму и показателя состояния электротравматизма [3].

Для проведения оценки состояния электробезопасности предлагаются следующие показатели:

$K_{исп}$ — показатель исполнительности, который характеризует полноту планирования и выполне-

ния мероприятий по организации безопасной эксплуатации ЭУ;

$K_{пд}$ — показатель подготовки и допуска электро-технологического и электротехнического персонала (далее — персонала) к эксплуатации ЭУ;

$K_{брэ}$ — показатель организации безопасного проведения работ в ЭУ;

$K_{брм}$ — показатель безопасных условий на рабочих местах в ЭУ;

$K_{тбэ}$ — показатель технической безопасности ЭУ;

$K_{этр}$ — показатель состояния электротравматизма.

Показатель исполнительности организации безопасной эксплуатации ЭУ может быть определен отношением

$$K_{исп} = \frac{N_{ф} + N}{2}, \quad (1)$$

где N — общее количество мероприятий, подлежащих выполнению;

$N_{ф}$ — количество фактически выполненных мероприятий по организации безопасной эксплуатации ЭУ.

Для определения показателя $K_{исп}$ необходимо составить перечень мероприятий, подлежащих проверке, который включает:

- выполнение порядка хранения и выдачи ключей от ЭУ;
- выполнение работ в ЭУ согласно перечней работ, утвержденных руководителем предприятия или организации;
- выполнение графиков технических обслуживаний, капитальных и текущих ремонтов электрооборудования;
- выполнение организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность работ в ЭУ;
- выполнение технических мероприятий при подготовке рабочих мест со снятием напряжения;
- выполнение ответственными за безопасное ведение работ в ЭУ своих обязанностей.

Показатель подготовки и допуска персонала к эксплуатации ЭУ $K_{пд}$ определяется по формуле

$$K_{пд} = \frac{K_{персон} + K_{дперсон}}{2}, \quad (2)$$

где $K_{пд}$ — показатель подготовки и допуска персонала предприятия или организации к эксплуатации ЭУ;

$K_{персон}$ — показатель подготовленности персонала;

$K_{дперсон}$ — показатель допуска персонала к самостоятельной работе на ЭУ.

Показатель подготовленности персонала можно определить по формуле

$$K_{персон} = \frac{П_{ппз}}{П_о}, \quad (3)$$

где $П_о$ — общее количество проверенного (опрошенного) персонала, чел.;

$П_{ппз}$ — количество электротехнического персонала, показавшего положительные знания при проверке норм и правил работы в ЭУ, чел.

Проверке знаний норм и правил работы в ЭУ подлежит весь персонал, определенный для оценки профессионального риска.

Проверка проводится по вопросам в объеме, соответствующем занимаемой штатной должности и присвоенной группе по электробезопасности.

Проверка знаний персонала может проводиться непосредственно на рабочих местах устным опросом в объеме функциональных обязанностей.

Каждому работнику может быть задано пять вопросов для определения знаний требований следующих нормативных документов:

- правил устройства электроустановок;
- правил по охране труда при эксплуатации ЭУ;
- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в ЭУ;
- правил оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве.

Для получения положительной оценки необходимо правильно ответить не менее чем на три вопроса.

Показатель допуска персонала к самостоятельной работе может быть определен отношением

$$K_{дперсон} = \frac{P_{ф}}{P_{п}}, \quad (4)$$

где $P_{п}$ — количество проверенного персонала, чел.;

$P_{ф}$ — количество персонала, у которого при проверке не выявлено нарушений в допуске к самостоятельной работе и оформлении документов (протоколов, приказов, удостоверений), чел.

При определении показателя $K_{\text{дперсон}}$ проверяется, как правило, персонал, который привлекался для проверки знаний норм и правил работы в ЭУ.

Под работами в ЭУ будем понимать работы, связанные с монтажом, демонтажом, устранением неисправностей, ремонтом, проведением технических ревизий и обслуживаний, а также работы по подключению сварочных агрегатов, электронасосов и других передвижных и переносных электроприемников к источникам электроэнергии и т.п.

Показатель $K_{\text{брэ}}$ определяется как в ходе непосредственной проверки работ в ЭУ, так и при проверке нарядов-допусков и распоряжений на проведение работ в ЭУ, бланков переключений, оперативных журналов, журналов учета технического состояния ЭУ и других документов. Проверке подлежат не менее 10% работ, выполненных в течение года, предшествующего проверке.

Организацию безопасного проведения работы можно оценить следующим образом:

$K_{\text{орэ}} = 1$ — если не было выявлено нарушений;

$K_{\text{орэ}} = 0,9$ — минус 0,1 балла за каждое выявленное следующее нарушение:

а) наряд-допуск оформлен с исправлениями и ошибками, не влияющими на безопасность работ;

б) порядок хранения нарядов-допусков не соответствует установленным требованиям;

в) отсутствует или несвоевременно проводится контроль за правильностью оформления нарядов-допусков должностными лицами, выдавшими их, а также лицами, которые согласно требованиям руководящих документов обязаны осуществлять контроль;

г) в оперативном журнале или журнале выдачи и возврата ключей от ЭУ нет записи о выдаче ключей от ЭУ, в которой проводятся работы;

д) работы в ЭУ, выполненные по нарядам-допускам, не учтены в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям;

е) в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям не оформлено распоряжение на проведение работы в ЭУ;

ж) работы в ЭУ проводятся без наряда-допуска, распоряжения или перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

з) технические мероприятия, указанные в наряде-допуске или распоряжении, определены непра-

вильно или не в полном объеме, что непосредственно влияет на безопасность работ;

и) группа по электробезопасности хотя бы у одного из лиц, ответственных за безопасность работы в ЭУ (выдающего наряд-допуск, выдающего разрешение на подготовку рабочего места и допуск, отдающего распоряжение, утверждающего перечень работ в порядке текущей эксплуатации, ответственного руководителя работ, допускающего, производителя работ, наблюдающего, члена бригады), не соответствует характеру выполняемой работы;

к) должностные лица, выдавшие наряд-допуск или распоряжение, а также назначенные ответственными руководителями работ, допускающими, производителями работ, не уполномочены выполнять указанные обязанности.

Показатель безопасных условий на рабочих местах в ЭУ может быть определен отношением

$$K_{\text{брм}} = \frac{\Pi_6}{\Pi}, \quad (5)$$

где Π — общее количество проверенных рабочих мест в ЭУ;

Π_6 — количество рабочих мест, отвечающих безопасным условиям работы.

Рабочими местами в ЭУ будем считать места, укомплектованные эксплуатационно-технической документацией (ЭТД), инструментом (приспособлениями), средствами измерений и защиты для постоянного или временного выполнения работ, связанных с несением дежурства, применением электрооборудования по назначению, техническим обслуживанием или ремонтом ЭУ.

Перечень вопросов, проверяемых при определении показателя $K_{\text{брм}}$, может включать:

- укомплектованность рабочего места соответствующей ЭТД;
- укомплектованность рабочего места проверенными и пригодными к работе электрозащитными средствами, средствами индивидуальной защиты и средствами пожаротушения;
- наличие инструкций по охране труда, видам работ, по эксплуатации;
- наличие утвержденной и согласованной однолинейной электрической схемы электроснабжения ЭУ;

- наличие программы первичного инструктажа на рабочем месте и журнала учета инструктажа на рабочем месте;
- наличие перечня работ, выполняемых по нарядам-допускам, распоряжениям и в порядке текущей эксплуатации;
- наличие достаточной освещенности рабочего места.

Показатель технической безопасности электроустановок может быть определен отношением

$$K_{тбэ} = \frac{\Theta_{\phi}}{\Theta}, \quad (6)$$

где Θ — количество проверенных ЭУ;

Θ_{ϕ} — количество ЭУ, на которых в ходе проверки не было выявлено технических предпосылок к электротравматизму.

К техническим предпосылкам электротравматизма можно отнести:

- 1) эксплуатацию электрооборудования с поврежденной изоляцией, оголенными и неогражденными токоведущими частями, поврежденными корпусами (возможен доступ к токоведущим частям);
- 2) отсутствие или не соответствие заземления (зануления) корпусов электрооборудования и металлических конструкций, подлежащих заземлению (занулению), требованиям [4];
- 3) использование для зануления металлических корпусов однофазных переносных электроприемников нулевого рабочего проводника;
- 4) отсутствие заземления (зануления) металлических корпусов светильников;
- 5) применение в ЭУ неисправных или неиспытанных электрозащитных средств;
- 6) несоблюдение допустимых расстояний от проводов воздушных линий электропередачи до земли, зданий, сооружений, крон деревьев, коммуникаций и т.д.;
- 7) несоблюдение допустимых расстояний от токоведущих частей ЭУ до различных элементов конструкций зданий и сооружений;
- 8) Отсутствие запорных устройств, исключающих доступ посторонних лиц в ЭУ и в помещении с ЭУ.

Другие нарушения технического состояния электрооборудования при подсчете $K_{тбэ}$ не учитываются, а отмечаются лицом, проводящим проверку и оценку.

Показатель электротравматизма $K_{этр}$ может быть определен путем использования следующего подхода:

1) при наличии тяжелых несчастных случаев и несчастных случаев со смертельным исходом от воздействия электрического тока по причинам, вызванным:

а) низкой организацией работ, грубыми нарушениями правил и мер электробезопасности, неудовлетворительным техническим состоянием ЭУ — $K_{этр} = 1$;

б) нарушениями правил несения дежурства, технологической дисциплины — $K_{этр} = 0,8$;

2) при наличии легких электротравм, полученных по причинам, вызванным:

а) низкой организацией работ, грубыми нарушениями правил и мер электробезопасности, неудовлетворительным техническим состоянием ЭУ — $K_{этр} = 0,2$;

б) нарушениями правил несения дежурства, технологической дисциплины — $K_{этр} = 0,1$.

Значения показателей для оценки состояния электробезопасности предлагается приводить в виде таблицы.

Показатель электробезопасности можно определить как среднее арифметическое пяти показателей с учетом снижения по показателю электротравматизма:

$$C_{\text{объекта}} = \frac{K_{\text{исп}} + K_{\text{пл}} + K_{\text{брэ}} + K_{\text{брм}} + K_{\text{тбэ}}}{5} - K_{\text{этр}}. \quad (7)$$

При определении $K_{этр}$ необходимо учитывать случаи электротравматизма, имевшие место в течение 12 месяцев, предшествующих проверке.

Для оценки состояния электробезопасности объекта или организации предлагается использовать вербально-числовую шкалу Харрингтона [1], которая приведена в таблице.

При очень низком значении $C_{\text{объекта}}$ эксплуатация ЭУ должна быть прекращена до устранения причин, снижающих состояние электробезопасности.

*Вербально-числовая шкала Харрингтона**Таблица*

Показатель электробезопасности	Содержательное описание/Числовое значение				
	очень высокое	высокое	среднее	низкое	очень низкое
С объекта	0,8—1,0	0,64—0,8	0,37—0,64	0,2—0,37	0,0—0,2

Заключение

Применение предлагаемой методики оценки состояния электробезопасности поможет снизить профессиональный риск электротехнического и электротехнологического персонала при эксплуатации ЭУ, а также позволит планомерно вскрывать организационные и технические причины поражений электрическим током и применять наиболее эффективные защитные мероприятия при эксплуатации электроустановок.

Литература

1. К вопросу оценки состояния электробезопасности на предприятиях // Научные труды КубГТУ. 2015. № 3.
2. Приказ МО РФ № 444 от 22.07.2015 «Об утверждении Руководства по обеспечению безопасности военной службы в Вооруженных силах Российской Федерации».
3. Иванов В.Г., Курочкин Е.Н. Основы электробезопасности. М.: МО СССР, 1983. С. 27.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. СПб.: Изд. ДЕАН, 2002. 176 с.

Сведения об авторах

Андреев Евгений Александрович: преподаватель Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского

Количество публикаций: нет

Область научных интересов: исследование причин возникновения аварийных состояний вооружения и военной техники, методов предупреждения и ликвидации последствий этих состояний

Контактная информация:

Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13

Тел.: +7 (812) 347-97-35

E-mail: vka@mil.ru

Орлов Алексей Сергеевич: кандидат технических наук, преподаватель Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского

Количество публикаций: 7

Область научных интересов: методы оптимального управления, анализ и синтез систем автоматического управления, управление сложными техническими объектами, системный анализ, теория, модели и методы тактико-технико-экономических требований к образцам вооружения военной и специальной техники

Контактная информация:

Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13

Тел.: +7 (812) 347-97-35

E-mail: vka@mil.ru

Левчук Анатолий Александрович: кандидат технических наук, старший преподаватель Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского

Количество публикаций: 5

Область научных интересов: силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полете

Контактная информация:

Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13

Тел.: +7 (812) 347-97-35

E-mail: vka@mil.ru

Филатов Андрей Владимирович: кандидат технических наук, старший преподаватель Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского

Количество публикаций: 6

Область научных интересов: исследование возможностей и технических путей создания и совершенствования образцов вооружения и военной техники, комплексов и систем военного назначения, обоснование и разработка эффективных способов боевого применения и режимов эксплуатации образцов вооружения, военной и специальной техники, комплексов и систем вооружения

Контактная информация:

Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13

Тел.: +7 (812) 347-97-35

E-mail: vka@mil.ru