

УДК 65.382.3:616.001.2

В.Г. Иванов<sup>1</sup>, Ю.С. Лис<sup>1</sup>, С.В. Иванов<sup>2</sup><sup>1</sup>Украинская инженерно-педагогическая академия, Харків<sup>2</sup>Международный Славянский университет, Харьков**МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Состояние безопасности предлагается оценивать с помощью двух основных показателей – состояние предпосылок, а также качества организации безопасной эксплуатации. Введение предпосылок к травматизму и качества организации эксплуатации электроустановок позволяет учесть различные факторы, влияющие на травматизм. Внедрение этой методики в практику позволит существенно сократить электротравматизм, повысить состояние безопасности и, что самое главное, позволит управлять безопасной эксплуатацией электроустановок на различных иерархических уровнях.*

**Ключевые слова:** безопасность, электротравматизм, электроустановки, количественная оценка.

**Введение**

По данным Всемирной Организации Здравоохранения смертность от несчастных случаев в настоящее время занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Такая ситуация характерна для Украины и других стран СНГ. Статистика свидетельствует, что сегодня ежегодно на производствах Украины травмируется около 20 тыс. человек, из которых 2,5 тыс. человек погибает, более 10 тыс. человек получают профзаболевания [3]. Только за 2005 г. на предприятиях Украины было 20817 несчастных случаев, из них 1088 со смертельным исходом, в том числе в энергетике – 376 несчастных случаев, со смертельным исходом – 32 [2].

Анализ несчастных случаев в промышленности, сопровождающихся временной утратой трудоспособности пострадавшими, показывает, что количество травм вызванных электрическим током, сравнительно невелико и составляет 0,1 – 1% от общего количества несчастных случаев на производстве. В электроэнергетике удельный вес электротравм от общего количества несчастных случаев выше: 3 – 3,3%. Совершенно иная картина представляется, если рассматривать только смертельные несчастные случаи. Оказывается, из общего количества несчастных случаев со смертельным исходом на производстве 20 – 40% происходит в результате поражения электрическим током. По данным исследований, от 60 – 80% аварий происходит в связи с ошибочными или несвоевременными действиями пострадавших. Отрицательная роль психологических факторов в электротравматизме отмечена в 73% случаев [2].

**Основной раздел**

Нами предлагается методика количественной оценки электробезопасности, которая более полно и детально с помощью ряда показателей дает возмож-

ность оценить и спрогнозировать состояние безопасности.

В предлагаемой методике уровень электробезопасности рассматривается в трех направлениях [1].

Во-первых, учитывается сам травматизм различного уровня, с которым успешно справляется статистический метод оценки травматизма.

Как известно, в этом методе вводятся коэффициенты частоты, тяжести, а также коэффициент потерь. Это позволяет, для конкретного предприятия определить коэффициент частоты, тяжести и потерь.

$$K_{\text{ч}} = \frac{n}{p} \times 1000; \quad (1)$$

$$K_{\text{т}} = \frac{T}{n}; \quad (2)$$

$$K_{\text{п}} = K_{\text{ч}} \times K_{\text{т}} = \frac{T}{p} \times 1000, \quad (3)$$

где  $n$  – количество несчастных случаев;  $t$  – суммарное время нетрудоспособности, выраженное в днях;  $p$  – списочный состав работающих.

Однако статистический метод оценивает только сам травматизм, но не вскрывает потенциальных опасностей на предприятии.

Поэтому, нами предлагается ввести два следующих дополнительных параметра:

– уровень электробезопасности (показатель предпосылок);

– качество организации безопасной эксплуатации.

Структурная схема данной методики представлена на рис. 1.

Показатель предпосылок можно представить в следующем виде:

$$K_{\text{п}} = \frac{\alpha P_1 + \beta P_2}{\Xi \times B \times K_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где  $P_1, P_2$  – количество предпосылок к электротравматизму I и II категории;  $\Xi$  – количество потребляемой за год (по нормам) электроэнергии (в млн. кВт.ч);  $B$  – количество персонала;  $\alpha, \beta$  – удельные

весовые коэффициенты;  $K_{пр}$  – коэффициент приведения, обеспечивает возможность сравнения различных предприятий по насыщенности электрооборудованием и автоматизации трудовых процессов.

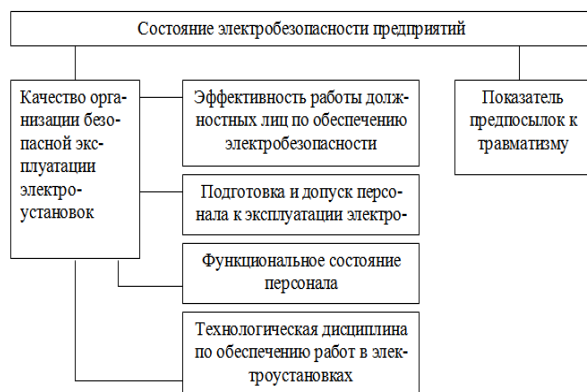


Рис. 1. Структурная схема методики количественной оценки безопасности

Коэффициент приведения для различных предприятий был установлен следующий:

$K = 3,0$  – для крупных предприятий (более 20000 рабочих) не электротехнического профиля;

$K = 2,5$  – для крупных предприятий (более 10000 рабочих) электротехнического профиля;

$K = 1,5$  – для остальных предприятий.

С целью выработки единого подхода при подсчете предпосылок к электротравматизму на одну электроустановку и исключения элементов субъективизма при оценке состояния электробезопасности под термином «Электроустановка» следует понимать:

- ДГ с системой управления;
- КЛЭП;
- трансформатор силовой;
- аккумуляторная;
- агрегат с электроприводом (заземление, коммутация, пускорегулирующая аппаратура);
- электроосвещение сооружений, зданий помещений по принадлежности;
- наружное освещение;
- электроплиты (бойлер, котел) с элементами автоматики и коммутации;
- бытовые электроприборы;
- регламентная машина, регламентная техника;
- комплект по проверке защитных средств;
- щит силовой.

За критерии безопасности электроустановки и состояние электротравматизма персонала принимаются количественные показатели предпосылок к электротравматизму.

Предпосылка к электротравматизму – нарушение (отклонение, отступление от) организационных и технических требований, регламентирующих порядок выполнения работ в электроустановках и определенными действующими руководящими доку-

ментами (постановлениями: руководствами, правилами, указаниями и т.п.), а также несоответствие технического состояния электрооборудования требованиям ПУЭ, проектной и эксплуатационной документации, которые при несвоевременном устранении могут привести к увечью или гибели людей.

По степени опасности предпосылки к электротравматизму персонала подразделяются на две категории.

Первая категория – предпосылки, создающие непосредственную опасность жизни людей:

- невыполнение организационных мероприятий при работе в электроустановке;
- невыполнение в полном объеме технических мероприятий при работе в электроустановке;
- эксплуатация электрооборудования с поврежденной изоляцией, наличием оголенных, не огражденных частей, где возможно прикосновение персонала, а также электрооборудование с поврежденными корпусами, неисправными коммутационными аппаратами, разбитыми штепсельными вилками;
- отсутствие заземления (зануления) корпусов электрооборудования и металлических конструкций, подлежащих заземлению в соответствии с требованиями ПУЭ;
- не исключен доступ посторонних лиц в распределительные устройства, щиты, сборки и другие электроустановки;
- хранение личных вещей и посторонних предметов в электроустановках;
- работы в электроустановках без защитных средств или применение неисправных и непроверенных защитных средств.

При наличии предпосылок первой категории принимаются меры к их немедленному устранению, а если это сделать при данной проверке невозможно, то дальнейшая эксплуатация этой электроустановки должна быть запрещена с выдачей предписания инспектором по энергонадзору.

Вторая категория – предпосылки которые непосредственно не угрожают жизни людей, но при определенном стечении обстоятельств могут перейти в первую категорию:

- невыполнение в полном объеме требований указаний по исключению гибели и увечья персонала;
- несоответствие допуска персонала к самостоятельной работе требованиям руководящих документов;
- не определены границы ответственности служб за эксплуатацию электроустановок, электрооборудование не закреплено за должностными лицами;
- отсутствие или нерегулярность проведения инструктажей по мерам безопасности;
- несоответствие порядка хранения и выдачи ключей от электроустановок требованиям ПТБ;
- несоответствие квалификационной группы по

правилам и мерам электробезопасности персонала характеру выполняемых работ и занимаемой должности;

– неполная укомплектованность электроустановки защитными средствами или укомплектованность защитными средствами с истекшими сроками очередной проверки;

– несоответствие монтажа оборудования требованиям ПУЭ, строительным нормам;

– неисправность блокировок звуковой сигнализации электротехнических лабораторий и регламентных машин;

– отсутствие предупредительных постоянных плакатов на рабочих местах, предусмотренных ПТБ;

– эксплуатация непроектных электроустановок не соответствует требованиям ПУЭ, ПТБ.

Одинаковые предпосылки к электротравматизму, обнаруженные на одной электроустановке, считаются одной предпосылкой. Повторяющиеся предпосылки на разных электроустановках суммируются. Невыполнение требований одного из руководящих документов по обеспечению электробезопасности на предприятии считается как сумма предпосылок.

На основании метода экспертных оценок нами были получены удельные весовые коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$ , в результате чего была установлена их величина:

$$\alpha = 0,65; \beta = 0,3.$$

Определены оценки показателя предпосылок:

$K_n \leq 0,2$  – отлично;

$0,2 < K_n \leq 0,3$  – хорошо;

$0,3 < K_n \leq 0,6$  – удовлетворительно.

Качество организации безопасной эксплуатации электроустановок ( $\mathcal{E}_{\text{обз}}$ ) оценивается путем определения значения из четырех показателей по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{обз}} = \alpha' \times \mathcal{E}_{\text{рдл}} + \beta' \times \mathcal{E}_{\text{пдп}} + \gamma' \times \mathcal{E}_{\text{тд}} + \xi' \times \mathcal{E}_{\text{фс}}, \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{рдл}}$  – показатель, учитывающий эффективность работы должностных лиц;  $\mathcal{E}_{\text{пдп}}$  – показатель, учитывающий степень подготовки персонала по безопасности;  $\mathcal{E}_{\text{тд}}$  – показатель технологической дисциплины;  $\mathcal{E}_{\text{фс}}$  – показатель функционального состояния персонала;  $\alpha'$ ,  $\beta'$ ,  $\gamma'$ ,  $\xi'$  – удельные весовые коэффициенты, соответственно 0,1, 0,2, 0,2, 0,5.

Каждый из этих показателей включает значительное количество параметров.

Так, эффективность работы должностных лиц по обеспечению электробезопасности оценивается по шести показателям, а именно:

– показатель исполнения требований руководящих документов;

– показатель планирования и выполнения мероприятий по обеспечению электробезопасности;

– показатель качества подготовки и проведения дней электробезопасности;

– показатель укомплектованности защитными средствами;

– показатель повторяемости недостатков в актах.

Степень подготовки персонала по безопасности оценивается по шести показателям:

– показатель знания персоналом правил техники безопасности;

– показатель наличия и полноты приказа о назначении квалификационной комиссии;

– показатель допуска персонала к самостоятельной работе;

– показатель укомплектованности материальной базой;

– показатель качества и своевременности проведения инструктажей;

– сходимость результатов проверки знаний по правилам техники безопасности.

Технологическая дисциплина оценивается следующими показателями:

– показатель оформления работы нарядом;

– показатель выполнения требований эксплуатационно-технической документации;

– показатель достаточности определения технических мероприятий;

– показатель полноты учета работ в оперативном журнале;

– показатель соответствия должностных лиц характеру выполняемых работ;

– показатель хранения и контроля за нарядом;

– показатель полноты выполнения требований эксплуатационно-технической документации;

– показатель организации контроля за проведением работ на электроустановках;

– показатель знания персоналом порядка и правильности выполнения технологических операций.

Каждый коэффициент находится статистически-вероятностным методом и выглядит следующим образом:

$$K = \frac{A_{\text{факт}}}{A}, \quad (6)$$

где  $A_{\text{факт}}$  – фактическое количество выполненных мероприятий;  $A$  – общее количество мероприятий.

Функциональное состояние эксплуатационного персонала оценивается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{фс}} = \frac{N_{\text{доп}}}{N}, \quad (7)$$

где  $N_{\text{доп}}$  – количество персонала, допущенного к работе после инструментальной оценки;  $N$  – общее количество проверенного персонала.

На первый взгляд предлагаемая методика может показаться тяжеловесной, но ее можно деформировать для решения конкретных задач, связанных с аудитом промышленных предприятий. Предлагаемая методика прошла широкую апробацию в Ракетных войсках стратегического назначения и показала полную работоспособность. За три года работы по этой методике электротравматизм в ракетных войсках снизился в два раза. Это и понятно, ибо основной удар методика на-

носить по учету различного рода предпосылок технического и организационного характера. Для удобства работы по этой методике были разработаны формализованные документы. Однако она хорошо программируется для использования и обработки результатов обследования на ПК.

Данную методику можно использовать не только в энергетике, но и на других промышленных предприятиях. С той целью необходимо конкретизировать предпосылки и кроме того, деформировать удельные весовые коэффициенты. Кстати сказать, их можно изменять для конкретно поставленных задач, что обеспечит большую практичность и результативность ее работы на практике. Пожалуй главная ценность этой методики заключается в том, что она наносит основной удар по предпосылкам. Поэтому часто оказывается, что предприятие не имеет травматизма как такового, но предпосылки к травматизму делают предприятие неблагоприятным и это очень важно, особенно в наше время, когда работодатель слабо ориентируется в системе законодательных и правовых актов, организационных и технических мероприятиях, обеспечивающих безопасность обслуживания (эксплуатацию) конкретного оборудования.

### Выводы

1. Методика количественной оценки электробезопасности, предлагаемая нами позволяет более глубоко оценить состояние электротравматизма и предпосылки к нему, которые могут привести к несчастному случаю.

2. Разработанная методика отличается тем, что введено понятие показатель предпосылок, который предусматривает как организационные, так и технические причины предпосылок к травматизму в широком объеме оценивается качество организации безопасной эксплуатации, которое учитывает эф-

фективность работы должностных лиц, обученность персонала, технологическую дисциплину при выполнении различных работ, а также функциональное состояние оператора.

3. Методика количественной оценки, используя все возможности статистического метода анализа травматизма, вводит два дополнительных показателя (показатель предпосылок и показатель качества организации безопасной эксплуатации электроустановок). Главное её преимущество перед существующими методами состоит в том, что она позволяет учитывать потенциальные опасности на конкретном производстве. Иначе говоря, она, главным образом, учитывает предпосылки технического и организационного характера, а также уровень подготовки и функциональное состояние оператора. Последнее позволяет предвидеть (прогнозировать) травматизм на производстве, а значит управлять безопасной эксплуатацией.

4. Учитывается функциональное состояние оператора при оценке безопасности вообще и электробезопасности в частности, которое часто является определяющим. Поэтому введение его оценки при обслуживании техники, как в теоретическом, так и в практическом плане является актуальным.

### Список литературы

1. Охрана труда в электроустановках / В.Г. Иванов, С.В. Иванов, Ю.С. Рубан, С.Д. Тулупов. – Х., 1997. – 242 с.
2. Шишков В.З. Психология безопасности / В.З. Шишков, В.И. Тарадай. – К.: НИИЦОП, 1996. – 198 с.
3. Гордон Г.Ю. Электротравматизм и его предупреждение / Г.Ю. Гордон, Л.И. Вайнштейн. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 280 с.

Поступила в редколлегию 11.11.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковский, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков..

### МЕТОДИКА КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ

В.Г. Иванов, Ю.С. Лис, С.В. Иванов

*Стан безпеки пропонується оцінювати за допомогою двох основних показників – стан передумов, а також якості організації безпечної експлуатації. Введення передумов до травматизму і якості організації експлуатації електроустановок дозволяє врахувати різні чинники, що впливають на травматизм. Впровадження цієї методики в практику дозволить істотно скоротити електротравматизм, підвищити стан безпеки і, що саме головне, дозволить управляти безпечною експлуатацією електроустановок на різних ієрархічних рівнях.*

**Ключові слова:** безпека, електротравматизм, електроустановки, методика кількісної оцінки електробезпеки.

### METHOD OF QUANTITATIVE ESTIMATION OF SAFETY

V.G. Ivanov, Yu.S. Lis, S.V. Ivanov

*It is suggested to estimate the state of safety by two basic indexes is the state of pre-conditions, and also qualities of organization of safe exploitation. Introduction of pre-conditions to the traumatism and quality of organization of exploitation of electrical installation allows to take into account different factors, influencing on a traumatism. Introduction of this method in practice will allow substantially to shorten electrical accident, promote the state of safety and, it is most important, will allow to manage safe exploitation of electrical installation on different hierarchical levels.*

**Keywords:** safety, electrical accident, electrical installation, method of quantitative estimation of electrical safety.