

Исмаилова С.М., Джалилов Т. А.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ УРОВНЯ ИСПОЛНЕНИЯ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Среди основных свойств надежности объектов электроэнергетических систем, включающих безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость и долговечность, количественная оценка показателей которых апробирована практикой и во многом регламентирована, большую значимость приобретают вопросы безопасности жизнедеятельности персонала электроэнергетических систем. Рекомендуемый метод позволяет получить интегральные количественные оценки безопасности жизнедеятельности оперативного персонала, выполняющего испытания, восстановление износа и управление объектами электроэнергетических систем в процессе эксплуатации. Результаты количественной оценки интегрального показателя безопасности жизнедеятельности позволяют сопоставить безопасность жизнедеятельности на различных предприятиях электроэнергетических систем, выявить «слабые звенья», являющиеся основной причиной несоответствия реальной безопасности жизнедеятельности предъявляемым требованиям, управлять безопасностью жизнедеятельности путем ликвидации «слабых звеньев».*

**Ключевые слова.** *Безопасность жизнедеятельности, Правила, автоматизированная система, интегральный показатель безопасности жизнедеятельности.*

**Введение.** Количественная оценка безопасности жизнедеятельности (БЖ) при техническом обслуживании и ремонте объектов (оборудование, устройства, установки, линии электропередачи) электроэнергетических систем (ЭЭС) является одним из основных направлений снижения риска травматизма и гибели обслуживаемых объектов ЭЭС персонала.

В [1] был предложен метод и алгоритм количественной оценки безопасности жизнедеятельности. Отмечается, что среди основных свойств надежности объектов ЭЭС, включающих безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость и долговечность, количественная оценка показателей которых апробирована практикой и во многом регламентирована, безопасность жизнедеятельности занимает особое место. Столь высокая значимость обусловлена оценкой надежности не объектов ЭЭС, а конкретно безопасности персонала ЭЭС. В результате расчетов рекомендуемым методом могут быть получены интегральные количественные оценки безопасности жизнедеятельности оперативного персонала, персонала, выполняющего испытания, восстановление износа и управление объектами ЭЭС в процессе эксплуатации.

Напомним, что в основе оценки безопасности жизнедеятельности персонала находится аксиома: *“опасность жизнедеятельности наступает при нарушении Правил безопасности жизнедеятельности. Реальная безопасность жизнедеятельности тем выше, чем выше уровень исполнения положений Правил безопасности жизнедеятельности”*. Отмечается нецелесообразность расчета показателей безопасности жизнедеятельности по статистике о травматизме и гибели персонала и несоответствие существующих показателей особенностям функционирования ЭЭС.

Учитывая реальную заинтересованность Руководства предприятия в повышении безопасности жизнедеятельности, автоматизированная система расчета безопасности

жизнедеятельности может служить эффективным инструментом управления безопасностью жизнедеятельности. При этом не исключается использование этой системы при аудиторских проверках состояния безопасности жизнедеятельности как со стороны энергосистемы, так и контролирующих безопасность жизнедеятельности организаций.

Все это отмечено лишь с одной целью: выходные документы должны обеспечить информационную и методическую поддержку Руководству предприятия и в конечном итоге способствовать повышению безопасности жизнедеятельности. В этой связи разработка соответствующих рекомендаций по повышению уровня безопасности жизнедеятельности имеет важное практическое значение.

**Основная часть. Исполнение Правил безопасности жизнедеятельности.** В приоритетах понятий знание и понимание часто возникает ошибочное мнение. С точки зрения уровня познания более высокой категорией является знание, которое включает не только понимание сути документа, но и умение объяснить необходимость его исполнения. Под «пониманием» обычно имеется ввиду лишь осознание сути документа. Поэтому не может быть безопасности жизнедеятельности без знания Правил безопасности жизнедеятельности. Проверка знаний и повышении квалификации персонала по безопасности жизнедеятельности осуществляется в соответствии с [1].

В Учебных Центрах ЭЭС обычно применяется тестовая система контроля знаний по безопасности жизнедеятельности. Несмотря на многолетний опыт применения автоматизированных систем контроля знаний персонала, периодическая сдача экзамена по безопасности жизнедеятельности комиссии проводится и по сей день. Повысить уровень знаний по безопасности жизнедеятельности можно лишь путем перехода к независимым способам контроля.

Знание Правил безопасности жизнедеятельности является непременным условием осознанного учета опасностей при выполнении работ, связанных с эксплуатацией, испытаниями и ремонтом объектов ЭЭС. В таблице 1 приведены сведения о составляющих Правил безопасности жизнедеятельности, о разновидности деятельности персонала и о обобщенных наименованиях объектов. Последние полностью соответствуют классификации, приведенной в [2].

На рис.1. показана структурная схема оценки интегрального показателя БЖ при испытании силового трансформатора.

Таблица 1

Составляющие информации о БЖ

Составляющие Правил безопасности жизнедеятельности	Разновидности деятельности персонала	Обобщенные наименования объектов ЭЭС
Правила Охраны труда (ОТ) Правила Техники Безопасности (ТБ) Правила Пожарной Безопасности (ППБ)	Эксплуатация Испытания Ремонт	Судно Территория, производственные здания и сооружения Гидротехнические сооружения, водное хозяйство, гидротурбинные установки Электрическое оборудование электростанций и сетей

В [1] введено понятие «уровня исполнения» положений Правил безопасности жизнедеятельности, оцениваемого в пятибалльной системе – от невыполнения Правил до показательного их исполнения. Каждому положению разделов Правил безопасности жизнедеятельности в результате опроса присваивается в соответствии с уровнем его исполнения оценка от 1 до 5. Таким образом, если Правила безопасности жизнедеятельности содержат  $m_g$  Правил, из которых выделены  $m_{c,i}$  положений с  $i = 1, m_g$ , то результаты

экспертизы будут содержать  $m_{\Sigma} = \sum_{i=1}^3 m_{c,i}$  совокупностей оценок. Сразу же следует оговориться, что нахождение среднего арифметического этих оценок с точки зрения теории измерений неверно, так как ранги порядковой шкалы измерения не допускают подобных математических операций [3].

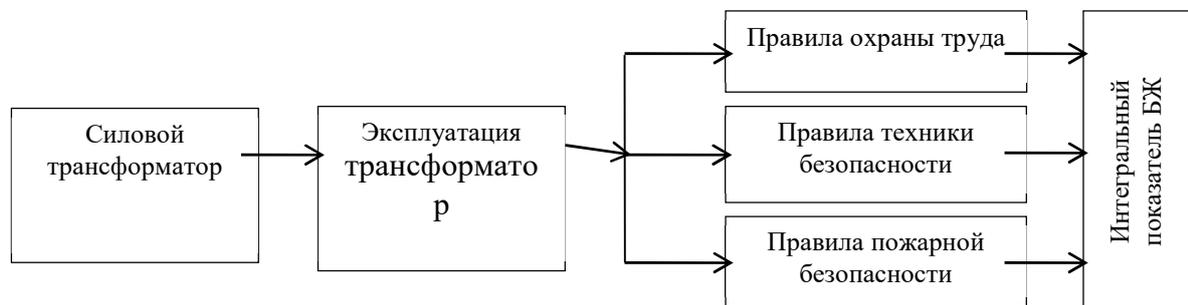


Рисунок 1 – Структурная схема оценки интегрального показателя безопасности жизнедеятельности

**Результаты расчета** представлены на рис.2 в виде компьютерного фрагмента протокола оценки безопасности жизнедеятельности при испытаниях силового трансформатора.

Протокол включает три раздела и заключение и Приложение. В первом разделе (таблица П1) приведены количественные оценки безопасности жизнедеятельности, во втором – качественные характеристики безопасности жизнедеятельности. В третьем разделе приведены рекомендации для повышения безопасности жизнедеятельности. В заключении дается оценка безопасности жизнедеятельности при испытании силовых трансформаторов. В Приложении приводятся Положения, знания которых не удовлетворяют предъявляемым требованиям.

**Учет случайного характера интегральных оценок.** К преимуществам отмеченного выше метода расчета относятся простота, наглядность, доступность ручного счета. Но есть и особенности. Результаты экспертизы, по сути, имеют временный и случайный характер. С течением времени выявленные недостатки будут устранены, а повторная экспертиза с иным экспертом может дать иной результат. Он, конечно, не будет принципиально отличаться от первого. Однако с уверенностью можно утверждать, что последовательность обобщенных показателей  $\{D_i^*\}_3$  не останется неизменной. И это неудивительно, т.к. исполнители различны.

Кроме того. Как известно [1], интегральный показатель уровня исполнения Правил  $VJ_{\Sigma}$  вычисляется как среднее геометрическое интегральных показателей уровней исполнения каждого из трех Правил  $VJ_i$ . Однако, эта формула объективна, если  $VJ_{\Sigma}$  и  $VJ_i$  с  $i=1,3$  различаются случайно.

Ниже приводится последовательность вычислений, позволяющих учесть случайный характер результатов экспертизы.

1. По результатам экспертизы строится обобщенная гистограмма распределения оценок уровней исполнения всех положений. Частота проявления каждой оценки вычисляется по формуле:

$$f_{\Sigma}^*(k) = \left[ \sum_{i=1}^3 r_{i,k} \right] / \sum_{i=1}^3 m_{c,i}, \quad (1)$$

где  $r_{i,k}$  – число проявлений  $k$ -го уровня исполнения положений Правил безопасности жизнедеятельности.

**ПРОТОКОЛ**

**уровня исполнения Правил безопасности жизнедеятельности**

Таблица П1. Результаты диагностики исполнения разделов Правил безопасности жизнедеятельности.

Номер и наименование Правил	Число положений Правил	Интегральная оценка	Номера положений, оцененных на:		
			удовлетворительно	плохо	недопустимо
1. ПОТ	$m_1 =$	$VJ_1^* =$			
2. ПТБ	$m_2 =$	$VJ_2^* =$			
3. ППБ	$m_3 =$	$VJ_3^* =$			
Интегральная оценка исполнения Правил БЖ		$VJ_\Sigma^* =$			

Таблица П2. Шкала качественной характеристики показателей безопасности жизнедеятельности.

Количественная характеристика	Интервал изменения
Недопустимая	0 - 0,2
Плохая	0,2 - 0,4
Удовлетворительная	0,4 - 0,6
Хорошая	0,6 - 0,8
Показательная	0,8 - 1,0

**1. Рекомендации.**

- 1.1. Интегральная оценка уровня исполнения Правил безопасности жизнедеятельности  $VJ_\Sigma^* =$  \_\_\_\_ и в соответствии с таблицей 2 оценивается как \_\_\_\_\_
- 1.2. Интегральная оценка уровня исполнения положений \_\_\_\_\_ относится к группе «неудовлетворительных» и требуют принятия решительных мер для устранения несоответствия знания Правил безопасности жизнедеятельности предъявляемым требованиям.
- 1.3. В приложении приведены положения Правил, недостаточный уровень исполнения которых требует переподготовки персонала.
- 1.4. Как следует из таблицы П1, недопустимый уровень исполнения положений составляет \_\_\_\_% от общего числа оценок.

**2. Заключение:**

- 2.1. Уровень безопасности жизнедеятельности оценивается как \_\_\_\_\_
- 2.2. Требуется обсудить результаты и повторить экспертизу через две недели.

Дата \_\_\_\_\_ Эксперт \_\_\_\_\_

Рисунок 2 – Компьютерный фрагмент протокола оценки БЖ при испытаниях силового трансформатора

2. Рассчитываются дискретные значения с.ф.р.  $F_\Sigma^*(k)$  по формуле:

$$F_\Sigma^*(1) = f_\Sigma^*(1);$$

$$F_{\Sigma}^*(k) = \sum_{k=2}^4 f_{\Sigma}^*(k); \quad F_{\Sigma}^*(5) = 1. \quad (2)$$

3. Аналогично вычисляется частота оценок уровня исполнения каждого Правила  $f_{v,i}^*(k)$  и дискретные значения с.ф.р.  $F_{v,i}^*(k)$  по формулам:

$$f_{v,i}^*(k) = r_{i,k} / m_{c,i}; \quad F_{v,i}^*(k) = \sum_{k=1}^5 f_{v,i}^*(k), \quad k = \overline{1,5}, \quad i = \overline{1,3}, \quad (3)$$

4. Вычисляется абсолютная величина расхождения с.ф.р.  $\Delta_{i,k}^*$  по формуле:

$$\Delta_{i,k}^* = |F_{\Sigma}^*(k) - F_{v,i}^*(k)|, \quad i = \overline{1,3}, \quad k = \overline{1,5}. \quad (4)$$

5. Для каждой группы из  $k=5$  случайных значений  $\{\Delta_{i,k}\}_{n;5}$  вычисляются:

- 5.1. Наибольшее значение по формуле:

$$B_{\vartheta}^*(\Delta_i^*) = \Delta_{i,\max}^* = \max\{\Delta_{i,1}^*; \Delta_{i,2}^*; \Delta_{i,3}^*; \Delta_{i,4}^*; \Delta_{i,5}^*\}. \quad (5)$$

- 5.2. Среднее арифметическое значение по формуле:

$$M_{\vartheta}^*(\Delta_i^*) = 0,2 \sum_{k=1}^5 \Delta_{i,k}^*. \quad (6)$$

- 5.3. Величина размаха рассеяния по формуле:

$$L_{\vartheta}^*(\Delta_i^*) = \Delta_{i,\max}^* - \Delta_{i,\min}^*, \quad (7)$$

где  $\Delta_{i,\min}^* = \min\{\Delta_{i,1}^*; \Delta_{i,2}^*; \Delta_{i,3}^*; \Delta_{i,4}^*; \Delta_{i,5}^*\}$

К каждому из трех показателей (статистик) добавлен индекс «э», что выделяет их экспериментальные значения.

6. По данным [4] вычисляются критические значения аналогичных показателей, которые обозначим как:  $B_{\alpha}^*(B_{\vartheta}^*), M_{\alpha}^*(\Delta_i^*), L_{\alpha}^*(\Delta_i^*)$ .

7. Характер расхождения  $F_{\Xi}^*(k)$  и  $F_i^*(k)$  оценим по критерию:

$$(B_{\alpha}^*(\Delta_i^*) < B_{\alpha}^*(\Delta_i^*)) \wedge (M_{\alpha}^*(\Delta_i^*) < M_{\alpha}^*(\Delta_i^*)) \wedge (L_{\alpha}^*(\Delta_i^*) < L_{\alpha}^*(\Delta_i^*)) \Rightarrow (H \Rightarrow H_1) \neg (H \Rightarrow H_2).$$

где  $H_1$  и  $H_2$  – соответственно предположение о случайном и неслучайном расхождении интегральных показателей. Учет случайного характера оценок  $D_i^*$  принципиален при определении Правил, исполнение которых неслучайно хуже, чем усредненный уровень исполнения всех Правил безопасности жизнедеятельности.

#### Вывод

1. Количественная оценка показателей безопасности жизнедеятельности обеспечивает информационную и методическую поддержку Руководства предприятия при повышении безопасности жизнедеятельности персонала.
2. Разработан метод и алгоритм учета случайного характера оценок интегральных

показателей безопасности жизнедеятельности. Применение метода позволяет выделить показатели, которые неслучайно хуже усредненных оценок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фархадзаде Э.М., Мурадалиев А.З., Исмаилова С.М. Количественная оценка интегрального показателя безопасности жизнедеятельности персонала ЭЭС. М.: Безопасность жизнедеятельности. №4, 2017. С. 9-14
2. Баринов А.В., Седых Н.И., Седнев В.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014, 350 с.
3. Дмитриев В.В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы. //Общество, среда, развитие (Terra Humana) №4/2009.С.146-165

**Ismayilova S.M., Jalilov T. A.**

### **THE AUTOMATED SYSTEM OF ESTIMATION OF THE INTEGRAL INDICATOR OF THE LEVEL OF EXECUTION OF THE LIFE SAFETY REGULATIONS**

*Among the main properties of reliability of EPS facilities, including reliability, maintainability, maintainability and durability, the quantitative evaluation of which have been tested by practice and is largely regulated, the issues of safety of the personnel of the EPS are becoming more important. The recommended method allows to obtain integral quantitative estimates of the safety of vital activity of operational personnel performing tests, restoration of wear and control of EPS facilities during operation. The results of a quantitative assessment of the integral index of life safety allow us to compare the safety of vital activity in various enterprises of EPS, identify "weak links" that are the main cause of the discrepancy between real life safety requirements, the safety management by eliminating "weak links".*

**Key words:** Safety of vital activity, rules, automated system, integral indicator of life safety.

**Ісмаїлова С.М., Джалилов Т. А.**

### **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА РІВНЯ ВИКОНАННЯ ПРАВИЛ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

*Серед основних властивостей надійності об'єктів ЕЕС, що включають безвідмовність, ремонтпридатність, збереженість і довговічність, кількісна оцінка показників яких апробована практикою і багато в чому регламентована, велике значення набувають питання безпеки життєдіяльності персоналу ЕЕС. Рекомендований метод дозволяє отримати інтегральні кількісні оцінки безпеки життєдіяльності оперативного персоналу, що виконує випробування, відновлення зносу і управління об'єктами ЕЕС в процесі експлуатації. Результати кількісної оцінки інтегрального показника безпеки життєдіяльності дозволяють зіставити безпеку життєдіяльності на різних підприємствах ЕЕС, виявити «слабкі ланки», що є основною причиною невідповідності реальної безпеки життєдіяльності пропонованим вимогам, управляти безпекою життєдіяльності шляхом ліквідації «слабких ланок».*

**Ключові слова:** Безпека життєдіяльності, Правила, автоматизована система, інтегральний показник безпеки життєдіяльності.