

УДК 621.317.3

КОНЦЕПЦИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ РИСКОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ
THE CONCEPT OF GLOBAL RISKS IN ELECTRICAL MEASUREMENTS

Савкова Е.Н., к-т. техн. наук, доцент, Сипачев И.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Y. Saukova, Candidate of Technical Sciences, Docent, I. Sipatchov,

Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Аннотация. Сформулированы основные положения концепции глобальных рисков, связанных с измерениями, возникающих в деятельности электротехнической лаборатории.

Abstract. The main provisions of the concept of global risks associated with measurements arising in the activities of the electrotechnical laboratory are formulated.

Ключевые слова: риск, электрические измерения, неопределенность, величина.

Key words: risk, electrical measurements, uncertainty, quantity.

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая потенциальную опасность электрических измерений, с целью минимизации вероятности принятия некорректных решений по их результатам, в соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 [1] аккредитованная лаборатория должна планировать и осуществлять действия по управлению рисками. Мышление на основе рисков, являясь частью современной идеологии измерений, строится на комплексном рассмотрении показателей – действительном значении величины, границах допуска, неопределенности и функции плотности вероятностей. Применительно к измерениям [2] устанавливает термины частного и глобального рисков и дает общие рекомендации по их оценке, не делая акцент на какую-либо область. При этом в большинстве случаев входным и выходным величинам приписывается нормальное распределение вероятностей величин. Для электрических величин характерны и другие виды распределений вероятностей, что рассматривается в [3], однако не затрагиваются вопросы оценки рисков. Поэтому актуальным вопросом является определение понятия глобального риска в электрических измерениях.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

С точки зрения метрологии электрические измерения имеют следующие особенности:

– объекты, средства измерений и вспомогательные устройства подключены в единую электрическую цепь, и, следовательно, взаимодействуют и коррелируют друг с другом;

– наличие допущений, связанных с приписываемыми моделями средствам и объектам измерений;

– величины, вовлеченные в процесс измерения, могут иметь разное число степеней свободы;

- ограниченное количество повторных измерений в серии (чаще всего одно);
- динамический режим, предполагающий быстрое изменение измеряемой величины и проявление инерционных средств измерительной системы.

Перечисленные особенности обуславливают возникновение дополнительных погрешностей – методической, динамической и условий, расширяющих неопределенность измерения.

Если выходная величина измерительной системы при заданной априорной информации обозначается Y_m , η – некоторое значение данной величины, основанное на априорной информации, η_m – значение величины, полученное в результате эксперимента, а g – плотность функции распределения вероятностей величины Y_m , то наилучшая оценка (математическое ожидание) величины описывается выражением [2]:

$$Y_m = \eta = \int_{-\infty}^{\infty} g(\eta|\eta_m) d\eta = 1 \quad (1)$$

Погрешность измерения которая рассчитывается по формуле [2, 4]:

$$E = \eta_m - \eta. \quad (2)$$

Неопределенность рассчитывается по формуле [2, 5]:

$$u_{\eta m} = \sqrt{u_0^2 + u_m^2}. \quad (3)$$

где u_0 и u_m – стандартные неопределенности, связанные с наилучшей оценкой величины, основанные на априорной и апостериорной измерительной информации соответственно. Согласно [6]:

$$u_0 = \sqrt{\sum_{j=1}^k u_j^2}; \quad (4)$$

$$u_m = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{j=1}^k (\eta_{mi} - \eta_i)}. \quad (5)$$

Одним из индикаторов корректно выбранного метода электрического измерения является показатель измерительных возможностей C_m , представляющий собой отношение допускаемой погрешности средства измерений к расширенной неопределенности калибровки на поверяемой (калибруемой) точке диапазона измерений средства измерений [2]:

$$C_m = \frac{E_m}{U}. \quad (6)$$

В электрических измерениях приемлемыми соотношениями являются $c_m \geq 4:1$ [2] для калибровки и $c_m \geq 10:1$ для проведения рутинных измерений (точный метод) [2]. Данные соотношения принимают во внимание при оценке рисков.

Спецификации рисков. Частный риск производителя – вероятность того, что конкретный забракованный объект окажется соответствующим. Риск потребителя – вероятность того, что конкретный принятый объект окажется несоответствующим. Глобальный риск производителя – вероятность того, что на основании полученного в будущем результата измерения соответствующий объект будет забракован. Глобальный риск потребителя – вероятность того, что на основании полученного в будущем результата измерения несоответствующий объект будет принят как годный [2]. Частный риск изготовителя («ложная браковка») для двустороннего поля допуска измеряемой величины с нижней границей T_L и верхней границей T_U , рассчитывается как вероятность соответствия [2, 3]:

$$p_c = \int_{T_L}^{T_U} g(\eta|\eta_m) d\eta. \quad (7)$$

Частный риск потребителя («ложная приемка») рассчитывается как вероятность несоответствия [2]:

$$\bar{p}_c = 1 - p_c. \quad (8)$$

Глобальный риск производителя вычисляется по формуле [2]:

$$R_p = \int_C \int_G g_0(\eta) h(\eta_m|\eta) d\eta_m d\eta. \quad (9)$$

Глобальный риск потребителя определяется из выражения:

$$R_p = \int_{\bar{c}} \int_L g_0(\eta) h(\eta_m|\eta) d\eta_m d\eta. \quad (10)$$

где g_0 – плотность распределения (вероятностей) измеряемой величины Y , известная перед выполнением измерения;

h – условная плотность распределения вероятностей для наблюдаемой случайной величины Y_m [2, 3].

Как видно из выражений (7–10), информативными параметрами при оценке частных рисков являются интервал допуска, функция распределения вероятностей измеряемой величины и стандартная неопределенность. Глобальные риски включают больше показателей, связанных с прогнозированием на будущие периоды, а понятия «ложной приемки» и «ложной браковки» или ошибок первого и второго рода трактуются в зависимости от вида риска. Глобальные риски в электрических измерениях можно разделить следующие виды:

- производственные, связанные с принятием решений о соответствии (несоответствии) электротехнической продукции на стадии ее проектирования и последующего изготовления; возможные последствия - материальный ущерб и внешние, связанные с возвратами и рекламациями потребителя);
- технологические, связанные с некорректной работой, повышением уровня опасностей электротехнических систем в процессе эксплуатации продукции;
- социально-биологические, связанные с опасностями для здоровья человека, вредными и опасными факторами (влияние электромагнитных полей, электрического тока и т. д.) в процессе производства и эксплуатации продукции;
- биологические, связанные с опасностями для популяций животных и растений в процессе производства и эксплуатации продукции;
- экологические, связанные с опасностями для окружающей среды, включая животных и растений и опасными факторами в процессе производства, эксплуатации и утилизации продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Понятия глобальных рисков производителя и потребителя связаны с принятием ошибочных решений в будущем и зависят от производственного процесса и измерительной системы. В области электрических измерений можно сформулировать основные положения концепции глобальных рисков.

– Предпосылкой глобальных рисков являются системные ошибки, связанные с установлением соотношений целевых показателей (измерительных возможностей, неопределенностей при испытаниях и т. д.) в соответствии с выбранной стратегией.

– Перечисленные виды рисков: производственные, технологические, социально-биологические, биологические, экологические, представляют уровни интегрирования функций распределений выходных величин.

– Превентивная оценка глобального риска основана на расчете интегральной функции совместного распределения вероятностей частных рисков и глобальных рисков на всех стадиях жизненного цикла продукции с учетом временного фактора.

– Удобным прикладным инструментом управления рисками является реестр (или паспорт) риска, представляющий собой компьютерную программу с произвольным числом входных и выходных величин и высокой степенью гибкости и адаптации.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
2. ISO/IEC GUIDE 98-4:2012(E) Uncertainty of measurement - Part 4: Role of measurement uncertainty in conformity assessment.
3. ГОСТ IEC/TR 61000-1-6-2014 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 1–6. Общие положения. Руководство по оценке неопределенности измерений.

4. Hall B.D., A computational technique for evaluating and propagating the uncertainty of complex valued quantities, Proceedings of 60th ARFTG Washington DC, USA, Dec 5-6, 2002, 19-28.

5. ISO/IEC Guide 25:1982 Certification (approval) certification laboratories specification (approval) test laboratories specifications testing laboratories.

6. ГОСТ 34100.3.1-2017/ ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 1:2008. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло. (ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 1:2008, IDT). Москва. Стандартинформ. 2017. 21 с.