

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ



**Дванадцята Всеукраїнська науково-практична
конференція молодих учених і студентів**

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЯ,
ЯКІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА
ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

03-04 червня 2021 р.

Одеса

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ



*Дванадцята Всеукраїнська науково-практична
конференція молодих учених і студентів*

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЯ,
ЯКІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ»**

*Координатор конференції:
Факультет метрології, автоматизації та електроніки*

03-04 червня 2021 р.

Одеса

Технічне регулювання, метрологія, якість, інформаційні та транспортні технології: матеріали Дванадцяті Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів. (Одеса, 03-04 червня 2021 р.) / ред. М. О. Манзарук. Одеса: ДУІТЗ, 2021. 133 с.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради факультету метрології, автоматизації та електроніки Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку Міністерства освіти і науки України від 20.05.2021 р, протокол №9

В конференції беруть участь студенти, аспіранти та молоді учені закладів вищої освіти та підприємств, зокрема:

- Військова академія, м. Одеса
- ВСП «Фаховий коледж вимірювань», м. Одеса
- Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса
- Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ
- Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ
- Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ
- Національний авіаційний університет, м. Київ
- Національний аерокосмічний університет ім. М.Є Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків
- Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів
- Національний університет цивільного захисту України, м. Харків
- Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
- Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ), м. Одеса
- Харківська філія Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Л. Погорілого
- Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, м. Черкаси
- Черкаський державний технологічний університет, м Черкаси

Організатори конференції:

- Департамент технічного регулювання та метрології Мінекономрозвитку
- Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів
- Міжнародна Академія Стандартизації
- ВГО "Союз споживачів України"
- Міжнародна Академія інформаційних технологій
- ВГО «Союз споживачів України»
- Технічний комітет стандартизації України ТК 163 «Якість освітніх послуг»
- ПАТ «Одесакабель»
- Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку
- Чорноморський національний університет ім. Петра Могили
- Херсонський національний технічний університет

Програмний комітет

Голова: Коломієць Леонід Володимирович, д.т.н., професор, проректор ДУІТЗ з навчальної роботи, перший віце-президент Міжнародної Академії Стандартизації, Заслужений працівник сфери послуг України, м. Одеса

Члени комітету:

Васіліу Євген Вікторович, д.т.н., професор, декан факультету кібербезпеки, комп'ютерних та радіо технологій ДУІТЗ;

Гордієнко Тетяна Богданівна, д.т.н., професор, завідувач кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань ДУІТЗ;

Новіков Володимир Миколайович, д.ф.-м.н., професор, директор ВСП «Інститут підвищення кваліфікації фахівців в галузі технічного регулювання та споживчої політики» ДУІТЗ;

Флейта Юрій Вікторович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологічних процесів і виробництв ДУІТЗ.

Оргкомітет конференції

Голова:

Назаренко Олександр Аскольдович, к.ф.-м.н., доцент, в.о. ректора ДУІТЗ

Заступники Голови:

Братченко Геннадій Дмитрович, д.т.н., професор, проректор ДУІТЗ з навчально-наукової роботи та міжнародної діяльності;

Грабовський Олег Вікторович, к.т.н., доцент, декан факультету метрології, автоматизації та електроніки ДУІТЗ.

Члени оргкомітету:

Банзак Оксана Вікторівна, д.т.н., професор завідувач кафедри електроніки та мікросистемної техніки ДУІТЗ;

Боряк Костянтин Федорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри метрології та метрологічного забезпечення ДУІТЗ;

Волков Сергій Леонідович, д.т.н., доцент, завідувач кафедри автоматизованих систем та інформаційно-вимірювальних технологій ДУІТЗ;

Манзарук Марія Олександрівна, старший викладач кафедри метрології та метрологічного забезпечення ДУІТЗ;

Меленчук Тетяна Михайлівна, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних технологій та менеджменту ДУІТЗ;

Янковський Олег Георгійович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальної підготовки ДУІТЗ.

ЗА ЗМІСТ ПУБЛІКАЦІЇ НЕСЕ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ АВТОР

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ РИЗИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ <i>Коробко А.І.</i>	8
АУДИТИ ЯК СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ <i>Антюшко Д.П.</i>	10
ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ НАССР НА ЕЛЕВАТОРАХ СИЛОСНОГО ТИПУ <i>Чорна О. Р., Байцар Р. І.</i>	12
РЕГЛАМЕНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК З ПОРШНЕВИМИ КОМПРЕСОРАМИ <i>Лисий Ю. І., Буданов В.О.</i>	14
ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ У ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ <i>Паладі О.С., Сичов М.І., Янковський О.Г.</i>	16
МАРКУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ СКЛАДОВИХ ВЗУТТЯ, ЯКЕ НАДХОДИТЬ ДЛЯ ПРОДАЖУ СПОЖИВАЧУ <i>Шевченко В.А., Жеребцова Л.М.</i>	19
ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРІВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ <i>Мілованов В.І., Рамазанов Р.</i>	21
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ОРГАНІЗАЦІЙ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ <i>Медведєва Н.А., Добржанська Б.В.</i>	24

СЕКЦІЯ 2. МЕТРОЛОГІЯ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ <i>Новикова А.І., Чумак А.Ю.</i>	27
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ <i>Миргород О.В., Беседовская Т.П.</i>	30

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

**Миргород О.В., к.т.н., доцент, Беседовская Т.П., курсант
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Известно [1], что одним из эффективных методов идентификации законов распределения (ЗР) является графоаналитический метод, который позволяет оценить вид ЗР для выборки небольшого объема. С другой стороны, с помощью этого метода возможно оценить эффективность предложенной методики идентификации ЗР.

Суть метода состоит в следующем. На координатной сетке, оси которой закодированы в соответствующем масштабе для конкретного ЗР (вероятностная бумага), наносятся экспериментальные точки. Если эти точки «ложатся» на одну прямую, то их распределение согласуется с этим конкретным ЗР. Если априорно известно, что выборка может подчиняться одному из нескольких ЗР [1, 2], то такие построения выполняются на разных вероятностных бумагах, каждая из которых соответствует своему закону распределения [3]. Наилучшая степень близости прямой, проведенной через экспериментальные точки к теоретическим значениям, и является признаком наилучшего согласия теоретического ЗР с экспериментальными данными.

Недостатком метода является допущение о визуальном проведении прямой через экспериментальные точки, что может привести к ошибкам в интерпретации экспериментальных результатов прямой.

Цель работы – повышение достоверности методики идентификации вида ЗР случайной величины графоаналитическим методом.

Методика идентификации ЗР графоаналитическим методом. Реализация методики идентификации графоаналитическим методом осуществляется в четыре этапа:

- кодируются оси координат для каждого из возможных законов распределения;
- экспериментальные точки наносятся на преобразованные оси в соответствующем масштабе;
- через экспериментальные точки методом наименьших квадратов проводится прямая и уравнение этой прямой принимается теоретической функцией распределения;
- сравнивается теоретическое и экспериментальное распределение по критерию Смирнова-Колмогорова.

Рассмотрим построение преобразованных координатных осей для нескольких законов распределения, отличающихся существенно формой кривой плотности вероятности.

Экспоненциальный закон распределения.

Для определения выражений для Y и X (осей преобразованных координат) возьмем логарифм от левой и правой частей выражения $\ln(1-F) = -\lambda x$.
Если $Y = \ln(1-F)$, то получим линейную функцию вида $Y = -\lambda x$.
Принимая $X = x$, замечаем, что в координатах (Y, X) экспоненциальный ЗР

ізоображається прямою. Таким образом, если экспериментальные точки легли на одну прямую вида $Y = -\lambda x$, то можно однозначно утверждать, что их распределение подчинено экспоненциальному закону.

Нормальный закон распределения.

Так как связь между квантилю u и нормального ЗР и значением случайной величины x линейна $u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$, то полагая $Y = u$, а $X = x$, получим координатную плоскость для построения прямой, соответствующей нормальному ЗР. Следует отметить, что для нормально-логарифмического закона распределения вид “ u ” меняется $u = \frac{\ln x - \ln \bar{x}}{\sigma[\ln x]}$. Тогда $Y = u$, а $X = \ln x$

Равномерный закон распределения.

Для равномерного ЗР справедливо следующее соотношение $Y=y$, $X=x$.

Распределение Симпсона.

Для построения осей Y , X воспользуемся тем обстоятельством, что плотность вероятности имеет следующий вид (рис.1) и описывается такими выражениями:

$$f = kx + b_1, \quad x_1 \leq x \leq \bar{x}$$

$$f = -kx + b_1, \quad \bar{x} \leq x \leq x_n, \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_n}{2}. \quad (2)$$

$$h = (\bar{x} - x_1) \operatorname{tg} \alpha = k(\bar{x} - x_1), \quad (3)$$

а площадь заштрихованной области S_1 равна:

$$S_1 = 1/2(\bar{x} - x_1)h = \frac{k(\bar{x} - x_1)^2}{2} \quad (4)$$

С другой стороны, учитывая, что f – плотность вероятности, и она симметрична относительно высоты h , то $S_1 = 0,5$ (численно равна функции распределения в средней точке выборки).

Тогда

$$\frac{k(\bar{x} - x_1)^2}{2} = 0,5 \quad (5)$$

Откуда

$$k = \frac{1}{(\bar{x} - x_1)^2}, \quad (6)$$

или с учетом (2)

$$k = \frac{4}{(x_n - x_1)^2}.$$

Коефіцієнт b_1 определим из условия $x = x_1, f=0$

$$0 = kx_1 + b_1,$$

$$b_1 = -kx_1 = -\frac{4x_1}{(x_n - x_1)^2}.$$

Функция распределения на участке $(x_1; x)$ имеет вид:

$$F = \int_{x_1}^x (kx + b_1) dx = \frac{kx^2}{2} + b_1x - \frac{kx_1^2}{2} - b_1x_1 = \frac{2x^2}{(x_n - x_1)^2} - \frac{4x_1 \cdot x}{(x_n - x_1)^2} - \frac{2x_1^2}{(x_n - x_1)^2} + \frac{4x_1^2}{(x_n - x_1)^2} = 2 \left[\frac{x - x_1}{x_n - x_1} \right]^2 \quad (7)$$

$$\text{Если обозначить } Y = \sqrt{0,5F}, \quad X = x, \quad (8)$$

то Y будет линейной функцией \bar{X} на интервале $x_1 \leq x \leq x_n$.

Найдем вид Y для интервала $x \leq x \leq x_n$. Коеэффициент k не изменится. Найдем коэффициент b_2 из условия $x=x_n, f=0$.

$$0 = -kx_n + b_2, \quad b_2 = \frac{4x_n}{(x_n - x_1)^2}. \quad (9)$$

Функция распределения на участке $x \leq x \leq x_n$ имеет вид:

$$F = \int_{\bar{x}}^x (-kx + b_2) dx + 0,5 = -\frac{kx^2}{2} + b_2x + \frac{k\bar{x}^2}{2} - b_2\bar{x} + 0,5 = -\frac{2x^2}{(x_n - x_1)^2} + \frac{4x \cdot x_n}{(x_n - x_1)^2} + \frac{2\bar{x}^2}{(x_n - x_1)^2} - \frac{4x_n\bar{x}}{(x_n - x_1)^2} + 0,5 = -2 \left[\frac{x - x_n}{x_n - x_1} \right]^2 + 1. \quad (10)$$

$$\text{Преобразуем (10) к виду } \sqrt{0,5(1 - F)} = \frac{x - x_n}{x_n - x_1}.$$

$$\text{Обозначим } Y = \sqrt{0,5(1 - F)}. \quad (11)$$

Тогда Y будет линейной функцией \bar{X} на интервале $x \leq x \leq x_n$.

Таким образом, для закона распределения Симпсона ось ординат Y строится по формулам (8) и (11).

Арсинусоидальный закон распределения.

Учитывая, что функция распределения случайной величины изменяется по закону $\arcsin x$, а именно $F = \arcsin x$, то взяв \sin от обеих частей равенства, получаем $\sin F = x$. Если принять $Y = \sin F$, а $X = x$, то Y будет линейной функцией x .

Функция распределения Вейбулла достаточно часто применяется на практике для описания распределения отказов систем со слабыми звеньями и имеет вид:

$$1 - F = e^{-\left(\frac{x}{a}\right)^b}, \quad (12)$$

где a – параметр масштаба, b – параметр формы.

Если принять $Y = \ln[-\ln(1-F)]$, а $X = \ln x$, то Y будет линейной функцией X .

Построение теоретических функций распределения осуществляется путем наилучшего приближения к экспериментальным точкам. Так как оси Y и X в кодированных значениях являются осями с равномерной шкалой, то построение прямых через экспериментальные точки на каждой из «вероятностных бумаг» можно осуществить методом наименьших квадратов [2].

При этом, если через экспериментальные точки провести прямую $Y = aX + b$, то значения a и b определяются следующими выражениями:

$$a = \frac{-\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) + \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{1}{n} \cdot a \sum_{i=1}^n X_i}, \quad (13)$$

$$b = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) - \frac{1}{n} \cdot a \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – объем выборки.

После нахождения уравнений прямых для каждой из вероятностных бумаг определяется наибольшее отклонение D экспериментальных данных от найденной прямой

$$D_j = \max |(F_{Ti} - F_i)_j|, \quad (14)$$

где F_{Ti} , F_i – соответственно значения теоретической и экспериментальной функции распределения в каждой i -той точке, соответствующей i -тому экспериментальному значению случайной величины;

j – номер закона распределения.

Тот закон, у которого значение D_j окажется минимальным, будет точнее остальных соответствовать экспериментальному распределению. Оценку достоверности согласия выбранного закона осуществляется по критерию Смирнова-Колмогорова [4] для заданного уровня значимости по величине

$$D_j \sqrt{n} < \lambda,$$

где λ – определяется из справочных таблиц.

Методика реализована в редакторе электронных таблиц *Excel Microsoft* с автоматическим выбором лучшего согласующего ЗР по величине D_j и построением графиков для всех законов распределения.

Выводы:

1. Уточнена методика идентификация ЗР графоаналитическим методом путем построения теоретической зависимости ЗР на вероятностной бумаге с помощью метода наименьших квадратов.

2. Разработан компьютерный вариант обработки экспериментальных данных с одновременным сравнением и выбором лучшего из 5 законов распределения.

Література

1. Сотсков Б.С. Основы теории и расчета надежности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники. М.: Наука, 1990. 270 с.
2. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике. М: Наука, 1970. 722 с.
3. Р. Рунион. Справочник по непараметрической статистике. Современный подход. М.: Финансы и статистика, 1982. 198 с.
4. Н.Ш. Кремер. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для ВУЗов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 543 с.
5. Rudakov V.V., Albova I.M., Gorelov V.S. The term of service life of high voltage pulsed capacitors depending on the embedding degree. Prog. 9-th Intern. Symp. H.V.E. – GRAZ (Austria). 1995. sub.1. p. 1904 (1-4).
6. Zakharov I.P., Vodotyka S.V. Application of Monte Carlo simulation for the evaluation of measurements uncertainty. Metrology and Measurement Systems, 2008, vol. 15, no. 1, pp. 118–123.
7. Zakharov I.P., Botsyura O.A. Calculation of Expanded Uncertainty in Measurements Using the Kurtosis Method when Implementing a Bayesian Approach. Measurement Techniques, 2019, vol. 62 (4), pp. 327–331. doi: <https://doi.org/10.1007/s11018-019-01625-x>
8. International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM). 3rd Edition, 2007. 146 p.
9. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, 2017. 38 p.
10. EURACHEM/CITAC Guide CG4, 3rd Edition (2012). Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Available at: <http://www.citac.cc/guides.html>
11. ISO 10576–1:2003(E). Statistical methods — Guidelines for the evaluation of conformity with specified requirements. Part 1: General principles. ISO, Geneva, Switzerland, 2003. 15 p.
12. EURACHEM/CITAC Guide, First Edition (2007). Use of uncertainty information in compliance assessment. Available at: <http://www.citac.cc/guides.html>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ

Матеріали Дванадцятій Всеукраїнської
науково-практичної конференції
молодих учених і студентів

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЯ,
ЯКІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ»**

03-04 червня 2021 р.

Стиль та орфографія авторів збережені
Підписано до друку 31.05.2021 р.
Формат 60*84/16. Гарнітура Times New Roman
Ум.друк.арк. 12,56

Виготовлено у Державному університеті інтелектуальних технологій і зв'язку
65029, м. Одеса, вул. Кузнєчна, 1