

# INTERNET EDUCATION SCIENCE

## IES-2010

New Informational and Computer Technologies in Education and Science

Volume 1(11)



UKRAINE, VINNYTSIA, VNTU  
September 28 – October 3, 2010

**VINNYTSIA NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY**  
**BAKU STATE UNIVERSITY**  
**KONSTANTIN PRES LAVSKY UNIVERSITY OF SHUMEN**  
**ST. ANDREW THE FIRST-CALLED GEORGIAN UNIVERSITY**  
**OF THE PATRIARCHY OF GEORGIA**  
**CDM A/S**  
**LTD TECHNOMATIX**  
**TOMSK IEEE CHAPTER & STUDENT BRANCH**  
**INFORMATION CENTER MCF\_RO**



**PROCEEDINGS**  
of the Seventh International Conference  
**INTERNET — EDUCATION — SCIENCE**  
**IES-2010**

*28 September -*  
*3 October, 2010*

*Vinnytsia,*  
*UKRAINE*



**Vinnytsia VNTU**  
**2010**

УДК 378 + 004  
ББК 74.58 + 32.97  
І 73

Друкується за рішенням Ученої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

*Відповідальний за випуск В.В. Грабко  
Підготовлено до друку: В.І.Месюра, І.Р.Арсенюк, Н.В.Лисак*

**І 73** «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2010», сьома міжнародна конференція ІОН-2010, 28 вересня-3 жовтня, 2010 : Збірник матеріалів конференції. — Вінниця : ВНТУ, 2010 — 510 с..

ISBN 978-966-641-377-5

Сьома міжнародна конференція «ІНТЕРНЕТ – ОСВІТА – НАУКА-2010» (ІОН-2010) присвячена обговоренню питань застосування в освіті та наукових дослідженнях нових інформаційних технологій, що спираються на можливості Інтернет.

**УДК 378 + 681.324  
ББК 74.58 + 32.97**

Доповіді у збірнику згруповані по секціях, відповідно до основних напрямків конференції:

- A** Інформаційне суспільство та Інтернет
- B** Інформаційні технології в управлінні університетами
- C** Інтернет та інформаційні технології в освіті
- D** Методологія та практика дистанційної освіти
- E** Інтелектуальні інформаційні технології
- F** Комп'ютерна графіка та технології обробки зображень
- G** Математичне та комп'ютерне моделювання
- H** Захист інформації в інформаційних та телекомунікаційних системах
- I** Телекомунікаційні та Інтернет-технології

Матеріали доповідей також представлені на Web-сайті конференції (<http://www.vstu.edu.ua/ies2010>), що містить електронну версію даного збірника і базу даних з відомостями про учасників конференції.

Тексти доповідей друкуються в авторській редакції.

**ISBN 978-966-641-377-5**

© Укладання, Вінницький національний технічний університет, 2010

**The Seventh International Conference "INTERNET – EDUCATION – SCIENCE – 2010" (IES – 2010)** is dedicated to the discussion of questions on application of new information technologies based on the Internet opportunity in education and scientific researches.

The reports in the Conference Proceedings are grouped on the following sections according to the basic directions of the Conference:

- A** Informational Society and Internet
- B** Informational Technologies in the Management of Universities
- C** Internet and Informational Technologies in Education
- D** Methodologies and Practice of Distance Education
- E** Intelligence Informational Technologies
- F** Computer Graphics and Image Processing Technology
- G** Mathematical modeling and Computer Simulation
- H** Information Protection in Information and Telecommunication Systems
- I** Telecommunication and Internet Technologies

All reports are also submitted on the Conference Web-site (<http://www.vstu.edu.us/ies2010>), which is containing the electronic version of this Conference Proceedings and database with the information about the Conference participants.

The texts of the reports are printed in the authors' version.

**Седьмая международная конференция «ИНТЕРНЕТ–ОБРАЗОВАНИЕ–НАУКА – 2010» (ИОН-2010)**, посвящена обсуждению вопросов применения в образовании и научных исследованиях новых информационных технологий, опирающихся на возможности Интернет.

Доклады в сборнике сгруппированы по секциям, соответствующим основным направлениям конференции:

- A** Информационное общество и Интернет
- B** Информационные технологии в управлении университетами
- C** Интернет и информационные технологии в образовании
- D** Методология и практика дистанционного образования
- E** Интеллектуальные информационные технологии
- F** Компьютерная графика и технологии обработки изображений
- G** Математическое и компьютерное моделирование
- H** Защита информации в информационных и телекоммуникационных системах
- I** Телекоммуникационные и Интернет - технологии

Материалы докладов представлены также на Web-сайте конференции (<http://www.vstu.edu.ua/ies2010>), содержащем электронную версию данного сборника и базу данных со сведениями об участниках конференции.

Тексты докладов печатаются в авторской редакции.

## AUTHORS' INDEX

AUTHOR	PAGES	AUTHOR	PAGES
Antidze J.	214	Боровская Т.	311, 316, 322
Barhala F.	433	Боцула М.	181
Burtica R.	471	Брук М.	137
Enescu N-I	292	Бунятова Г.	467
Gheorghe L.	433	Бурбело С.	76
Grocevs A.	427	Ваврик Т.	207
Gulua D.	45	Валецкий О.	389
Gulua N.	214	Варламова И.	128
Marian G.	292	Васильская М.	316
Marian M.	292	Васильченко Л.	59
Mollov A.	95	Васильченко Н.	140
Prokofjeva N.	427	Власова В.	75
Rughinis R.	471	Власюк Р.	238
Sokol V.	7	Вовк Р.	161
Spasova V.	95	Войтко В.	76, 225, 227, 283
Stolyarevska A.	3	Воронкін О.	169
Surguladze G.	45	Вяткін С.	280
Tapus N.	433, 471	Гавенко О.	225, 283
Topuria N.	45	Гасанова Р.	218
Turkia E.	45	Гесаль О.	173
Yovcheva B.	95	Гобир Л.	207
Абабий В.	234, 334, 355, 462	Головатюк О.	423
Абасова С.	91	Гончарук В.	227
Аббасов В.	271	Горлач В.	42
Абдуллаев С.	91	Губар В.	151
Азаров О.	359, 362, 364	Гуцулеак Е.	334
Алгулиев Р.	38	Данилюк А.	304
Алекперова И.	38	Дерман Г.	322
Алиев А.	49, 52, 130	Джафаров З.	442
Алиева А.	49	Дікушина О.	81
Алиева В.	49, 52	Дмитриева О.	338
Апетрий Н.	109	Дробнич О.	414, 459
Арсенюк І.	227	Ендовицкий П.	400
Архипов А.	191	Заваденко В.	78
Архипов О.	375, 377	Заржицкая О.	28
Архипова С.	191	Заркуа Т.	201
Арчвадзе Н.	97	Захарченко Л.	111
Ашраф И.	449	Зелінська Ю.	454
Балмуш И.	355	Зубко В.	195
Барабан М.	368	Ибрагимов Б.	445
Баришев Ю.	406	Исмаилов Б.	380
Бевз С.	76	Каминская Н.	125
Бенидзе Н.	221	Карпінець В.	408
Бесиашвили Г.	341	Касимов В.	349
Бісікало О.	212	Касумова Р.	457
Богомолов Ю.	243	Кирилова Г.	75
Боднар П.	225	Кирилук Ю.	26
Бондарук О.	11	Кичак В.	316
Клочко О.	103	Клочко О.	103

Коваленко О.	65, 69	Павлишин С.	76
Коваль Д.	404	Паламарчук Є.	69
Козачук А.	254, 269	Палюх А.	42
Колесник И.	328	Папернюк С.	306
Колісніченко С.	76	Пасіхов Ю.	123
Колодний В.	195	Перевозніков С.	227, 254
Комар М.	410	Петриашвили Л.	54
Коновалюк Ю.	100	Петришин С.	258
Копняк К.	111	Петров С.	241
Коробов Є.	395	Петрук В.	186
Кравцова Л.	125	Подубный М.	234, 334, 462
Кравчук І.	212	Полів'яненко С.	414
Краснопольський В.	164	Прейгерман Л.	137
Крижановський Є.	100	Притула М.	423
Крищук С.	225	Прокофьева Н.	115
Круподьорова Л.	225	Пуляева А.	125
Кублашвили М.	345	Резникова О.	34
Кузнєцова І.	26	Ремінний О.	420
Кузьміна О.	111	Рибак В.	359
Кулик Г.	13	Рибалко О.	177
Куприй Я	338	Різак В.	414, 459
Кухаренко В.	147	Рожкова Я.	368
Куш С.	375	Романенко О.	11, 22
Лаврик Т.	153	Романюк О.	277
Левин В.	132, 135	Романюк О.	280
Ліщинська Л.	368	Роптанов В.	416
Лозовий В.	477	Руднева И.	15
Лужецький В.	300, 398, 406	Савчук Т.	78, 81, 84, 87, 248, 258, 262, 266, 389
Ляшенко Ю.	277	Сакалюк А.	248
Майданюк В.	296, 304, 306	Саміленко В.	285
Мамедов Г.	445	Саттарова Г.	445
Мамедов Р.	271	Северілов В.	322
Мамедов У.	271	Северілов П.	311
Маркевич П.	459	Семененко М.	84
Матяшовський Т.	414	Сергєєв Г.	277
Махмудов Р.	19	Сиротенко Н.	157
Мегрелишвили Р.	341	Сілагін О.	289
Мельник Р.	355	Січко Т.	73
Мельничук О.	414	Слободянюк О.	181
Месюра В.	251, 269, 289, 296, 454	Смирнова О.	262
Михайлова И.	328	Снитюк В.	121
Михалевич В.	300	Стахов А.	296
Михалевич О.	300	Стельмах А.	198
Мокін Б.	181	Стеценко Т.	283
Мокін В.	100	Судачевски В.	234, 334, 355, 462
Насонова Н.	166, 173	Султани М.	130
Наумчук Л.	87	Сухоносів О.	398
Негура В.	234, 462	Татарінов А.	384
Нестерук Г.	384	Тимченко О.	459
Нестерук Ф.	384	Федорцов А.	271
Нюнькина Ю.	451	Фейзієв В.	467
Обідник Д.	285	Фейзієв В.	467
Олійник С.	283	Фесенко А.	393
Оханашвили М.	54		

<b>КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ АДАПТИВНОГО ДО КОНТУРІВ ДВОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ</b>	<b>296</b>
<i>Володимир Майданюк, Володимир Месюра, Артем Стахов (Вінницький національний технічний університет, Україна)</i>	
<b>ІНФОРМАЦІЙНІ MAPLE-ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УЩІЛЬНЕННЯ ДАНИХ</b>	<b>300</b>
<i>Володимир Лужецький, Володимир Михалевич, Олексій Михалевич (Вінницький національний технічний університет, Україна)</i>	
<b>КВАНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ДКП</b>	<b>304</b>
<i>Володимир Майданюк, Андрій Данилюк (Вінницький національний технічний університет, Україна)</i>	
<b>ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ З МАСИВАМИ ПРИ ПРОГРАМНІЙ РЕАЛІЗАЦІЇ ФРАКТАЛЬНОГО УЩІЛЬНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ</b>	<b>306</b>
<i>Володимир Майданюк, Сергій Папернюк (Вінницький національний технічний університет, Україна)</i>	

**SECTION G****MATHEMATICAL MODELING AND COMPUTER SIMULATION**

<b>ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЖИВУЧЕСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b>	<b>311</b>
<i>Таиса Боровская, Евгений Хомин, Павел Северилов (Вінницький національний технічний університет, Україна)</i>	
<b>ПРОБЛЕМЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ</b>	<b>316</b>
<i>Таиса Боровская, Василий Кичак, Майя Васильська (Вінницький національний технічний університет, Україна)</i>	
<b>ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ НАЛИЧИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ</b>	<b>322</b>
<i>Галина Дерман, Таиса Боровская, Виктор Северилов (Вінницький національний технічний університет, Вінницький соціально- економічний інститут Открытого международного университета развития человека "Украина", Україна)</i>	
<b>ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА РИСКОВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ</b>	<b>328</b>
<i>Ирина Колесник, Инна Михайлова (Вінницький національний технічний університет, Україна)</i>	
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ АППАРАТНЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ</b>	<b>334</b>
<i>Виорика Судачевски, Виктор Абабий, Емилиан Гуцулеак, Марин Подубный (Technical University of Moldova, Republic of Moldova)</i>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПОМЕЧЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ МЕТОДОВ РУНГЕ-КУТТЫ</b>	<b>338</b>
<i>Ольга Дмитриева, Яна Куприй (Донецкий национальный технический университет, Украина)</i>	

*Наукове видання*

**ІНТЕРНЕТ–ОСВІТА–НАУКА-2010  
(ІОН-2010)**

Збірник матеріалів доповідей сьомої міжнародної конференції,  
м. Вінниця, 28 вересня – 3 жовтня 2010 року  
(українською, англійською та російською мовами)

Підписано до друку 21.09.2010 р.  
Формат 29,7×42½ Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 59,14  
Наклад 145 прим. Зам № 2010-156

Вінницький національний технічний університет,  
КІВЦ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті,  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-81-59  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.



# ІНФОРМАЦІЙНІ MAPLE-ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УЩІЛЬНЕННЯ ДАНИХ

Володимир Лужецький, Володимир Михалевич, Олексій Михалевич

Вінницький національний технічний університет

Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна, тел.: (0432) 598-594, E-Mail: vmykhal@gmail.com

## Анотація

Розглянуто застосування системи символної математики Maple для задач перетворення та статистичного дослідження даних.

## Вступ

Система Maple призначена, насамперед, для символних обчислень, але має ряд засобів і для чисельного розв'язання типових задач. Має розвинені графічні засоби. Власна мова програмування додає системі надзвичайної потужності для дослідження широкого кола проблем. В даній роботі приведено деякі результати дослідження, за допомогою цієї системи, питань, що пов'язані з ущільненням даних.

## Основна частина

Дослідження показали, що найбільший коефіцієнт ущільнення досягається, коли значення чисел вхідної послідовності розподілені за нормальним законом. В даній роботі поставлено мету дослідити ефективність перетворення вхідного потоку, що розподілений за рівномірним законом, до нормального закону.

Нехай маємо систему  $(X_1, X_2)$  двох неперервних випадкових величин з відомою функцією щільності розподілу  $f(x_1, x_2)$  та їх суму

$$Y = X_1 + X_2 \quad (1)$$

Щільність розподілу випадкової величини  $Y$  визначається за наступним співвідношенням [1] (стор. 358)

$$g_2(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x_1; y - x_1) dx_1 \quad (2)$$

За умови незалежності випадкових величин  $X_1$  та  $X_2$  формула (2) набуває вигляду

$$g_2(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x_1) \cdot f_2(y - x_1) dx_1 \quad (3)$$

де  $f_1(x)$  та  $f_2(x)$  функції щільності розподілу випадкових величин  $X_1$  та  $X_2$  відповідно.

У випадку коли складаються незалежні випадкові величини  $X_1$  та  $X_2$ , говорять про композицію законів розподілу. Утворити композицію двох законів розподілу – це означає знайти закон розподілу суми двох незалежних випадкових величин, що розподілені по цим законам.

Нехай випадкові величини  $X_1$  та  $X_2$  незалежні та рівномірно розподілені на відрізку  $[0, a]$ ,  $a > 0$ . Тоді

$$f_1(x) = f_2(x) = \begin{cases} \frac{1}{a}, & x \in (0, a); \\ 0, & x \notin (0, a), \end{cases} \quad (4)$$

Графік щільності розподілу рівномірно розподіленої випадкової величини при  $a=2$  показано на рис. 1.

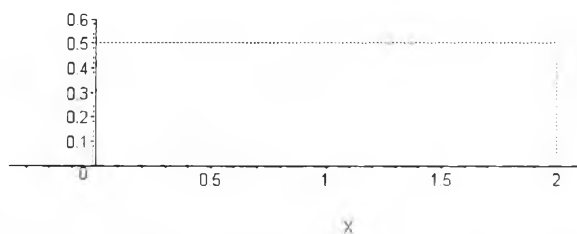


Рис. 1. Графік функції щільності розподілу (4),  $a=2$ .

На основі (3), з урахуванням (4), дістанемо [2] (стор. 114)

$$g_2(y) = \frac{1}{a} \int_0^a f_1(y-x) dx = \frac{1}{a} \int_{y-a}^y f_1(z) dz, \quad (5)$$

або

$$g_2(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 0; \\ \frac{y}{a^2}, & 0 < y \leq a; \\ \frac{2a-y}{a^2}, & a < y \leq 2a; \\ 0, & y > 2a. \end{cases} \quad (6)$$

Графік щільності  $g_2(y)$  представляє собою трикутник, що зображений на рис. 2:

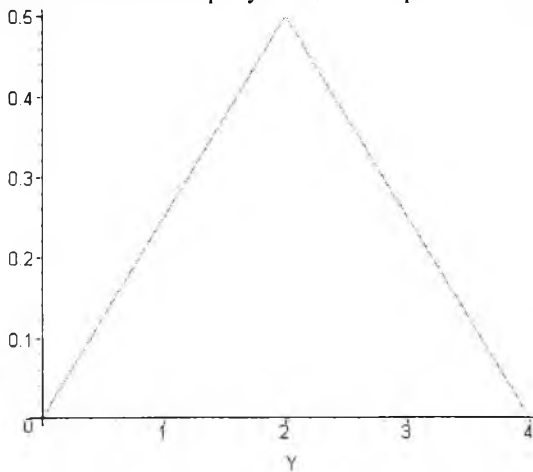


Рис. 2. Трикутний розподіл (6),  $a=2$ .

Введемо позначення

$$h(x) = \frac{x + |x|}{2} = \begin{cases} x, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases} \quad (7)$$

За таких позначень вираз (6) можна записати у наступному вигляді

$$g_2(y) = \frac{1}{a^2} [h(y) - 2 \cdot h(y-a)]. \quad (8)$$

Нехай випадкова величина  $Y$  є сумою  $n$  незалежних випадкових величин, що мають рівномірний розподіл на  $[0, a]$ ,  $a > 0$ , тобто

$$Y = \sum_{k=1}^n X_k, \quad (9)$$

Тоді має місце співвідношення [2] (стор. 115)

$$g_n(y) = \frac{1}{a^n \cdot n!} \sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k h(y-ka)^{n-1}, \quad n \geq 2, \quad (10)$$

Слід відзначити, що із статистичної точки зору трикутний розподіл мало відрізняється від нормального. Очевидно, що потрібна велика сукупність даних, щоб за статистичними критеріями визначити більш адекватний цим даним закон із двох, приведених на рис. 3. Слід зауважити, що фактично в даному випадку ми маємо частинний випадок теореми Ляпунова. Але ми досліджуємо не сам факт прямування до нормального розподілу суми рівномірно розподілених випадкових величин, а швидкість наближення до нього з ростом кількості доданків. Отже перетворити вхідний потік рівномірно розподілених чисел у

нормальний розподіл можна підсумовуванням сусідніх чисел. В такому випадку матимемо справу із сумою  $2^m$  чисел, де  $m$  – кількість ітерацій підсумовування. Із отриманих даних для  $m=1, 2, 3, 4, 8, 16, 32$  випливає, що цілком достатньо однієї ітерації підсумовування.

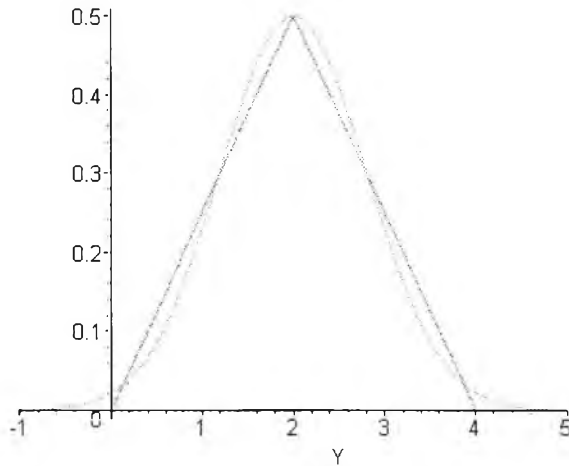


Рис. 3. Порівняння трикутного розподілу (6),  $a=2$  з нормальним розподілом

$$f(x) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_x} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}}, m_x = 2, \sigma_x = 0,8.$$

Для перевірки отриманого теоретичного висновку було згенеровано 1024 рівномірно розподілених чисел, що розташовані на відрізьку  $[0; 255]$ :

```
> [stats[random, uniform[0, 255]] (256*4) ] :
map (zz->round (zz), %); `Вибірка_Рівном` :=%:
```

Після перетворення отриманої послідовності рівномірно розподілених чисел шляхом складання двох сусідніх чисел дістали сукупність  $n=512$  десяткових чисел та дослідили статистичні характеристики отриманої сукупності  $x_i$ , зокрема дістали функцію щільності ймовірності

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_x}} \cdot e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}}; m_x = 257,7; \sigma_x = 105,667. \quad (11)$$

Кількість інтервалів  $k=11$  визначали за рекомендаціями, що зведені в [3], зокрема у відповідності до співвідношень

$$k = \log_2(n) + 1 = 3,31 \cdot \lg(n) + 1, \quad k = 5 \cdot \lg(n). \quad (12)$$

Результати дослідження приведені на рис. 4, 5.

Параметри нормального розподілу  $m_x$  та  $\sigma_x$  визначали методом моментів та методом максимальної правдоподібності: оцінка  $m_x$  за обома методами співпала, відмінність в оцінках  $\sigma_x$  виявилася  $\approx 0,1\%$ . Заслужує на увагу простота реалізації метода правдоподібності в середовищі системи Maple:

```
> f := (x, mu, sigma) -> exp(- (x-mu)^2 / 2 / sigma^2) / sqrt(2*Pi*sigma^2);
```

$$f := (x, \mu, \sigma) \rightarrow \frac{e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}}}{\sqrt{2 \pi \sigma^2}}$$

```
> L := (mu, sigma) -> product(f(x[i], mu, sigma), i=1..n);
```

$$L := (\mu, \sigma) \rightarrow \prod_{i=1}^n f(x_i, \mu, \sigma)$$

```
> sys := {sigma > 0, diff(ln(L(mu1, sigma1)), mu1) = 0,
diff(ln(L(mu1, sigma1)), sigma1) = 0};
solve(sys, {mu1, sigma1});
```

$$\{\sigma_1 = \text{RootOf}(-182579087 + 16384\_Z^2, 105.5639290), \mu_1 = \frac{32985}{128}\}$$

Для друкування всіх рівнянь системи, яку позначено через `sys` знадобиться 2138 (!!!) сторінок формату А4 – цікавий факт, що деякою мірою характеризує потужність системи символьних обчислень.

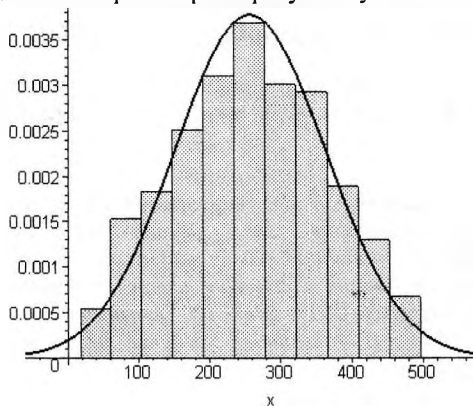


Рис. 4. Гістограма відносних частот та графік функції щільності ймовірності (розрахунок за (11)) перетвореної сукупності рівномірно розподілених чисел

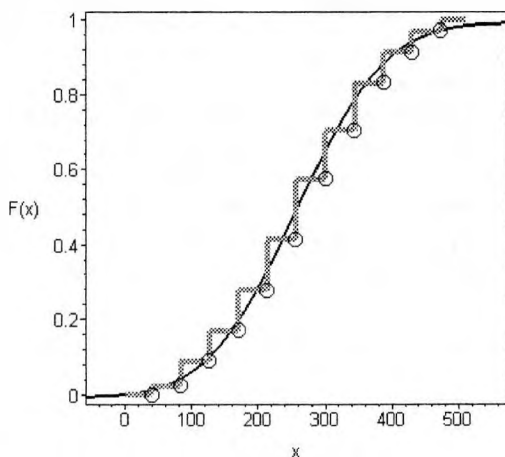


Рис. 5. Емпірична функція розподілу та її наближення функцією нормального розподілу

Гіпотезу про відповідність отриманого емпіричного закону розподілу нормальному закону перевіряли за допомогою критерія Пірсона:

```
> `факт_числ`:=Chs_A; `+` (op(%));
`Нормов_откл`=[t=(x[i]-m[x])/s]; n:=`+` (op(`факт_числ`));
`Нормов_відхил`:=map(zz->(zz-mx)/sx, `Середин_знач_інт`);
`ФНР`=[f(t), t->exp(-t^2/2)/sqrt(2*Pi)]; f:=t->exp(-t^2/2)/sqrt(2*Pi);
`ФНР`:=map(zz->evalf(f(zz)), `Нормов_відхил`);
`Теорет_частота`:=map(zz-> ceil(n*hh*zz/sx), `ФНР`); `+` (op(%));
`Квадрат_різності`:=zip((x,y)-> (x-y)^2, `факт_числ`, `Теорет_частота`);
`Зваж_квадрат_різності`:=zip((x,y)->
evalf(x/y), `Квадрат_різності`, `Теорет_частота`); `+` (op(%));
stats[statevalf, icdf, chisquare[nops(`Квадрат_різності`)-3]](0.95);
```

Оскільки фактичне значення критерія  $\chi^2$  виявилось менше теоретичного, для рівня значущості  $\alpha=0,05\%$  можна стверджувати, що досліджена вибірка відповідає нормальному закону розподілу.

**Література:**

- [1] Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. Учеб. пособие для вузов. /Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. — М.: Высш. шк., 2000. - 480 с. ISBN 5-06-003830-0
- [2] Теория вероятностей и математическая статистика/ И.И. Гихман, А.В. Скороход, М.И. Ядренко. – 2-изд., - К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. – 439 с. ISBN 5-11-000108-1.
- [3] Лемешко Б.Ю., Чимитова Е.В. О выборе числа интервалов в критериях согласия типа/ Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т. 69. – С.61–67.