

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра моделювання систем і технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Проректор з науково-педагогічної роботи

Пантелеймонов А.В.

2018_ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

«Комп'ютерне моделювання стохастичних процесів»

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
галузь знань	0501 Інформатика та обчислювальна техніка
	(шифр і назва)
напрямок підготовки	6.050101 Комп'ютерні науки
	(шифр і назва)
освітня програма	
	(шифр і назва)
спеціалізація	
	(шифр і назва)
вид дисципліни	обов'язкова
	(обов'язкова / за вибором)
факультет	Комп'ютерних наук

2018_ / 2019_ навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету (інституту, центру)

29" серпня 2018 року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: проф. Лазурик Валентин Тимофійович

Програму схвалено на засіданні кафедри моделювання систем і технологій

"11" червня 2018 року, протокол № 14

Завідувач кафедри моделювання систем і технологій

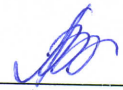

(підпис)

Краснобаєв В.А.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

"27" червня 2018 року, протокол № 7

Голова методичної комісії


(підпис)

Васильєва Л. В.
(прізвище та ініціали)



ВСТУП

Програма навчальної дисципліни Комп'ютерне моделювання стохастичних процесів. складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого рівня вищої освіти, для студентів за напрямом підготовки «6.050101 Комп'ютерні науки»

Попередні умови для вивчення дисципліни: знання по математиці та програмуванню в обсязі перших чотирьох курсів університету «Дискретна математика», «Програмування та алгоритмічні мови», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Програмування прикладних процесів»

1. Опис навчальної дисципліни.

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни: Забезпечити відповідні сучасним вимогам знання студентів щодо самостійного вирішення теоретичних і практичних задач інформаційно-технологічних процесів.

Предметом навчальної дисципліни упорядкована система математичних методів, засобів та алгоритмів, що дозволяють провадити комп'ютерне моделювання стохастичних процесів

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основні задачі дисципліни згідно з метою задачі підготовки зводяться до формування у студентів знань та вмінь до самостійного вирішення як типових, так і не типових задач, що мають стохастичну особливість.

1.3. Кількість кредитів 6

1.4. Загальна кількість годин 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
32 год.	год.
Самостійна робота	
64 год.	год.
Індивідуальні завдання	
52 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати:**

- що таке стохастичні процеси;
- що таке псевдовипадкові числа та засоби їх одержання на ЄОМ;
- які існують методи перевірки випадкових чисел;
- методи перетворення псевдовипадкових чисел - методи інтервалів, зворотних функцій, суперпозицій, відбору;
- що таке метод Монте-Карло, особливості алгоритмів методу, приклади використання методу Монте-Карло для рішення задач практики.

вміти:

- одержувати псевдовипадкові числа на ЄОМ;
- застосовувати алгоритми перетворень для одержання псевдовипадкових чисел з різними розподіленнями;
- розробляти різні алгоритми методу Монте-Карло для рішення задач практики;
- створювати програми для рішення задач, що використовують методи Монте-Карло;
- оцінювати доцільність вживання методів Монте-Карло щодо вирішення конкретної задачі;
- оцінювати похибки обчислень за вживання методів Монте-Карло.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Вступ. Зміст курсу. Визначення поняття стохастичність. Роль і місце випадкових процесів в життєдіяльності людини. Мета вивчення дисципліни і задачі курсу.

Тема 1. *Засоби одержання випадкових величин на ЕОМ.* Випадкові цифри та випадкові числа. Таблиці випадкових цифр. Датчики випадкових чисел. Порівняння засобів одержання випадкових величин.

Тема 2. *Псевдовипадкові числа.* Метод псевдовипадкових чисел. Стандартний датчик псевдовипадкових чисел, що реалізований на ЕОМ. Прості алгоритми. Довжина відрізка апериодичності. Алгоритм Дж. Неймана. Алгоритм Д. Лемера.

Тема 3. *Статистична перевірка випадкових чисел.* Статистичні критерії згоди. Теорема К. Пірсона. Критерій згоди χ^2 . Критерій згоди ω^2 . Тести для перевірки випадкових цифр. Перевірка випадкових чисел. Особливості перевірки датчиків випадкових чисел.

Тема 4. *Метод інтервалів.* Моделювання випадкових дискретних величин. Оптимізація методу інтервалів. Моделювання випадкових дискретних подій.

Тема 5. *Метод зворотних функцій.* Моделювання випадкових дискретних величин. Моделювання випадкових безперервних величин. Моделювання багатомірної випадкової крапки. Узагальнення методу.

Тема 6. *Метод суперпозицій.* Виправлення до приблизних розподілів. Розділення області моделювання випадкової величини.

Тема 7. *Методи відбору.* Загальна характеристика методів. Метод Неймана. Модифікований метод Неймана. Метод Метрополіса. Моделювання усічених розподілів. Вибір рівномірно розподілених крапок у складних просторових областях.

Тема 8. *Метод оцінювання математичних очікувань.* Сходимість методу Монте-Карло. Похибки методу. Вірогідність помилки методу. Емпіричні оцінки дисперсії. Оцінки помилки без обчислення дисперсії.

Тема 9. *Використання методу Монте-Карло для обчислення інтегралів.* Простіший метод обчислень. Геометричний метод. Порівняння точності методів Монте-Карло. Порівняння працескладності різних алгоритмів Монте-Карло.

Тема 10. *Засоби побудови гарних статистичних оцінок.* Часткове аналітичне інтегрування. Виділення головних частини. Інтегрування по частці області. Інтегрування по частці змінних. Метод суттєвої вибірки. Симетризація інтегруємих функцій. Двохстадійна схема обчислення.

Тема 11. *Інтеграли, що залежать від параметрів.* Метод залежних іспитів. Похибки квадратурних формул. Оцінка похибки методу Монте-Карло згідно з критерієм згоди ω^2 . Чисельне диференціювання статистичних оцінок.

Тема 12. *Методи Монте-Карло з підвищеною швидкістю сходження.* Вибірка по групах. Оцінки з підвищеною швидкістю сходження. Порівняння методів статистичного моделювання з результатами розрахунків по квадратурних формулах.

Тема 13. *Задачі теорії переносу частинок.* Моделювання процесу переносу. Облік вильоту частинки з області методом статистичної ваги. Розщеплення траєкторій. Систематична вибірка. Суттєва вибірка. Метод подібних траєкторій. Експоненціальне перетворення.

Тема 14. *Задачі проходження фотонів крізь шар.* Метод імітації для вирішення задач щодо проходження випромінювання крізь шар. Використання не аналогових методів рішення задач щодо проходження фотонів крізь шар.

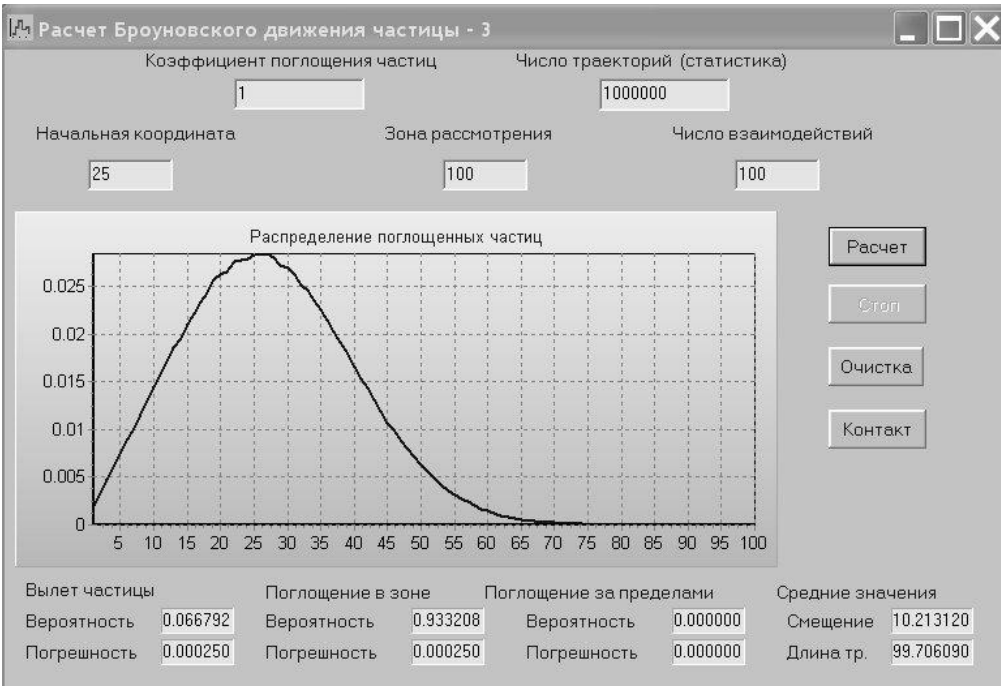
3. Структура навчальної дисципліни

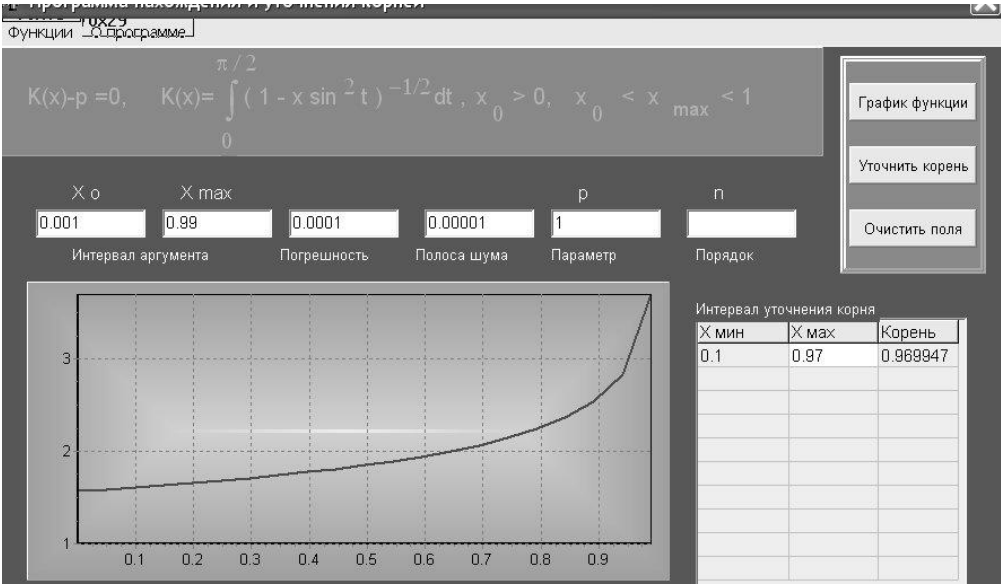
Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Засоби одержання випадкових величин на ЕОМ		2		2		4						
2. Псевдовипадкові числа.		2		2		5						
3. Статистична перевірка випадкових чисел		2		2		5						
4. Метод інтервалів		2		2		4						
5. Метод зворотних функцій		2		2		5						
6. Метод суперпозицій		2		2		5						
7. Методи відбору		2		2		5						
8. Метод оцінювання математичних очікувань		2		2		5						
9. Використання методу Монте-Карло для обчислення інтегралів		2		2		5						
10. Засоби побудови гарних статистичних оцінок		2		2		4						
11. Інтеграли, що залежать від параметрів		2		2		5						
12. Методи Монте-Карло з підвищеною швидкістю сходження		4		4		4						
13. Задачі теорії переносу частинок		2		2		4						
14. Задачі проходження фотонів крізь шар		4		4		4						
Індивідуальне науково-дослідне завдання					52							
Усього годин	180	32		32	52	64						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Засоби одержання випадкових величин на ЕОМ	2
2	Псевдовипадкові числа.	2
3	Статистична перевірка випадкових чисел	2
4	Метод інтервалів	2
5	Метод зворотних функцій	2
6	Метод суперпозицій	2
7	Методи відбору	2
8	Метод оцінювання математичних очікувань	2
9	Використання методу Монте-Карло для обчислення інтегралів	2
10	Засоби побудови гарних статистичних оцінок	2
11	Інтеграли, що залежать від параметрів	2
12	Методи Монте-Карло з підвищеною швидкістю сходження	4
13	Задачі теорії переносу частинок	2
14	Задачі проходження фотонів крізь шар	4
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Самостійна робота над лекційним матеріалом по темам 1-14	34
2	Розробка та підлагодження програмного продукту щодо моделювання випадкового блукання в прямокутнику 	10
3	Розробка та підлагодження програмного продукту щодо обчислення інтеграла методом Монте-Карло.	10

		
4	Розробка та підлагодження програмного продукту щодо моделювання проходження випромінювання крізь шар 	10
Всього		64

7. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Як наукове та навчально-дослідне завдання кожен студент має виконати курсову роботу. На виконання цієї роботи відведено 52 години самостійної роботи. Кожному студенту пропонується розробити програмне

забезпечення, що містить обрахування виданого вирогіднісного розподілу методом Монте-Карло. При виконанні курсової роботи студент розробляє програмне забезпечення та програмну документацію до нього. В програмному забезпеченні, що розробляється, треба застосувати методи обчислень, що викладаються в дисципліні.

Розподіли, що пропонуються для реалізації в курсовій роботі:

- Дискретні одновимірні:
 - Бернуллі;
 - біноміальне;
 - геометричне;
 - гіпергеометричне;
 - логарифмічне;
 - заперечне біноміальне;
 - Пуассона;
 - рівномірне;
- Багатовимірні дискретні:
 - мультиноміальне;
- Одновимірні абсолютно безперервні:
 - бета;
 - Вейбулла;
 - гамма;
 - Колмогорова;
 - Коши;
 - логнормальне;
 - Лоренца;
 - нормальне;
 - рівномірне;
 - Паретто;
 - Стюдента;
 - Фішера;
 - χ^2 -квадрат;
 - експоненціальне⁴
 - Ерланга;
- Багатовимірні абсолютно безперервні:
 - Багатовимірне нормальне.

Вимоги до програмного забезпечення:

1. самостійно розроблений алгоритм обчислення розподілу методом Монте-Карло має бути реалізований в вигляді функції чи процедури, що розміщена в створеній динамічній бібліотеці;

2. графік відображає кілька останніх обчислень та криву теоретичних обчислень, інтегровані результати цих розрахунків (експериментів) накопичуються в сітці;
3. користувач має змогу за використанням спливаючого меню міняти вигляд графіку 2D/3D, копіювати у буфер обміну малюнок графіку та копіювати у буфер обміну дані щодо зображених на графіку кривих;
4. в програмі треба дати користувачеві змогу задавати будь-яку велику статистику для обчислень, та змогу перервати обчислення до його закінчення, в цьому випадку значіння статистики - реальне, тобто скільки траєкторій частинок було розглянуто;
5. програма повинна мати механізм формування звіту в MS Word;
6. програма повинна мати обробку виключних ситуацій вводу-виводу;
7. окремими пунктами головного меню повинна бути допомога користувачеві, що містить теоретичні дані щодо розподілу та інструкцію по експлуатації програми, а також дані щодо розробника.

Вимоги до програмної документації. Структура документу.

Вступ

Розглянути мету та задачі курсової роботи

Розподіл (згідно вибраної теми)

Визначення

Описати визначення та область вживання даного розподілу. Дати приклади використання.

Методи генерування випадкової величини:

Описати методи та алгоритми генерування випадкової величини. Метод зворотної функції. Метод Неймана. Інші методи та алгоритми.

Засіб виконання і реалізації.

Описати методи і алгоритми генерування випадкової величини щодо виконуємої роботи. Обов'язково повинні бути структура програми та блок-схеми алгоритмів. Необхідно зазначити зв'язок формул (математичних) та блоків коду, що реалізують ці формули.

Опис програми, робота з програмою.

Необхідно описати інтерфейс користувача. Необхідно показати послідовність роботи з програмою. Описати яким чином користувач повинен інтерпретувати (розуміти) результат обчислень.

Підлагодження та тестування програми.

Необхідно описати, як провадилось підлагодження програми. Описати можливі засоби тестування програми. Дати пояснення щодо достовірності результатів обчислень.

Інструкція по користуванню.

Опис одержаних результатів.

Література

8. Методи контролю

На протязі усього терміну викладання означеної дисципліни проводиться поточний контроль засвоєння лекційного матеріалу (контроль знань) та контроль здобуття практичних навиків (контроль вмінь). Підсумковий семестровий контроль також дозволяє контролювати як одержані знання так і набуті вміння:

- Контролюється виконання практичних робіт у відведений термін виконання кожної роботи.
- Після викладання курсу здійснюється підсумковий контроль за базі іспиту.

9. Схема нарахування балів

Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену або залікової роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Екзамен	Сума
Розділ 1			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Курсова робота	Разом		
T1-5	T6-10	T11-14					
10	10	10		30	60	40	100

10. Розподіл балів, що отримують студенти

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Критерії оцінювання за національною шкалою	
	оцінка	необхідний рівень знань та вмінь
90-100	відмінно	<i>Засоби одержання випадкових величин на ЕОМ. Випадкові цифри та випадкові числа. Таблиці випадкових цифр. Датчики випадкових чисел. Порівняння засобів одержання випадкових величин. Псевдовипадкові числа. Метод псевдовипадкових чисел. Стандартний датчик псевдовипадкових чисел, що реалізований на ЕОМ. Прості алгоритми. Довжина відрізка апериодичності. Алгоритм Дж. Неймана. Алгоритм Д. Лемера. Статистична перевірка випадкових чисел. Статистичні критерії згоди. Теорема К. Пірсона. Критерій згоди χ^2. Критерій згоди ω^2. Тести для перевірки випадкових цифр. Перевірка випадкових чисел.</i>

		<i>Метод інтервалів.</i> Моделювання випадкових дискретних величин. Оптимізація методу інтервалів. Моделювання випадкових дискретних подій. <i>Метод зворотних функцій.</i> Моделювання випадкових дискретних величин. Моделювання випадкових безперервних величин. Моделювання багатомірної випадкової крапки. Узагальнення методу. <i>Метод суперпозицій.</i> Виправлення до приблизних розподілів. Розділення області моделювання випадкової величині. <i>Методи відбору.</i> Загальна характеристика методів. Метод Неймана. Модифікований метод Неймана. Метод Метрополіса. Моделювання усічених розподілів. Вибір рівномірно розподілених крапок у складних просторових областях. <i>Метод оцінювання математичних очікувань.</i> Сходимість методу Монте-Карло. Похибки методу. Вирогіднісна помилка методу. Емпіричні оцінки дисперсії. Оцінки помилки без обчислення дисперсії. <i>Використання методу Монте-Карло для обчислення інтегралів.</i> Простіший метод обчислень. Геометричний метод. Порівняння точності методів Монте-Карло. Порівняння працескладності різних алгоритмів Монте-Карло. <i>Задачі теорії переносу частинок.</i> Моделювання процесу переносу. Облік вильоту частинки з області методом статистичної ваги. Розщеплення траєкторій. Систематична вибірка. Суттєва вибірка. Метод подібних траєкторій. Експоненціальне перетворення. Метод імітації для вирішення задач щодо проходження випромінювання крізь шар. Використання не аналогових методів рішення задач щодо проходження фотонів крізь шар.
70-89	добре	<i>Засоби одержання випадкових величин на ЕОМ.</i> Випадкові цифри та випадкові числа. Порівняння засобів одержання випадкових величин. <i>Псевдовипадкові числа.</i> Метод псевдовипадкових чисел. Стандартний датчик псевдовипадкових чисел, що реалізований на ЕОМ. Прості алгоритми. <i>Статистична перевірка випадкових чисел.</i> Статистичні критерії згоди. Теорема К. Пірсона. Критерій згоди χ^2. <i>Метод інтервалів.</i> Моделювання випадкових дискретних величин. Оптимізація методу інтервалів. <i>Метод зворотних функцій.</i> Моделювання випадкових дискретних величин. Моделювання випадкових безперервних величин. <i>Метод суперпозицій.</i> Виправлення до приблизних розподілів. Розділення області моделювання випадкової величині. <i>Методи відбору.</i> Загальна характеристика методів. Метод Неймана. Модифікований метод Неймана. Метод Метрополіса. Моделювання усічених розподілів. <i>Метод оцінювання математичних очікувань.</i> Сходимість методу Монте Карло. Похибки методу. Вирогіднісна помилка методу. <i>Використання методу Монте-Карло для обчислення інтегралів.</i> Простіший метод обчислень. Геометричний метод. Порівняння точності методів Монте-Карло. <i>Задачі теорії переносу частинок.</i> Моделювання процесу переносу. Метод імітації для вирішення задач щодо проходження

		випромінювання крізь шар.
50-69	задовільно	<i>Засоби одержання випадкових величин на ЕОМ. Випадкові цифри та випадкові числа. Псевдовипадкові числа. Метод псевдовипадкових чисел. Стандартний датчик псевдовипадкових чисел, що реалізований на ЕОМ. Статистична перевірка випадкових чисел. Статистичні критерії згоди. Метод інтервалів. Моделювання випадкових дискретних величин. Метод зворотних функцій. Моделювання випадкових дискретних величин. Методи відбору. Метод Неймана. Використання методу Монте-Карло для обчислення інтегралів. Простіший метод обчислень. Задачі теорії переносу частинок. Моделювання процесу переносу.</i>
1-49	не задовільно	те ж, з недопустимими помилками

11. Рекомендована література

Основна

1. Численные методы Монте-Карло. И. М. Соболев. Главная редакция физико-математической литературы. Изд-ва "Наука", 1973, 311с.
2. Метод статистических испытаний. (Метод Монте-Карло). И. П. Бусленко, Д.И. Голенко, И. М. Соболев, В. Г. Срагович, Ю. А. Шрейдер. Справочная математическая библиотека. Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, 1962, 331с.
3. Теория вероятностей. Основные понятия, предельные теоремы, случайные процессы. Ю. В. Прохоров, Ю. А. Розанов. Главная редакция физико-математической литературы. Изд-ва "Наука", 1967, 495с.
4. Некоторые вопросы теории методов Монте-Карло. Г. А. Михайлов. Издательство "Наука", Сибирское отделение, Новосибирск, 1974, 142с.
5. Перенос гамма-излучения. У. Фано, Л. Спенсер, М. Бергер. Государственное издательство литературы по атомной науке и технике, Москва, 1963, 284с.

Допоміжна

1. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике: В 2-х частях. Часть 2: Пер. с англ. – М. : Мир, 1990. – 400 с.
2. Shneiderman B. Designing the User Interface, 3-rd edn. – Reading, MA: Addison-Wesley, 1998.

12. Інформаційні ресурси

1. Delphi Russian Knowledge Base, <http://www.forum.sources.ru>
2. <http://www.bdn.borland.com>
3. <http://www.infocity.com>

4. <http://www.bdn.borland.com>
5. http://www.delphi_kindom.ru
6. <http://www.delphi7prof.ru>
7. <http://www.softera.ru/delphi>