

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної роботи та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

«ТЕОРІЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ»

*(для здобувачів 3 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і
заочної форм навчання зі спеціальностей F3 – Комп'ютерні науки,
F6 – Інформаційні системи і технології)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи та проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Теорія систем масового обслуговування» (для здобувачів 3 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання зі спеціальностей F3 – Комп'ютерні науки, F6 – Інформаційні системи та технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : А. Л. Литвинов, В. М. Бредіхін. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 59 с.

Укладачі: д-р техн. наук, проф. А. Л. Литвинов
канд. техн. наук, доц. В. М. Бредіхін

Рекомендовано кафедрою комп'ютерних наук та інформаційних технологій, протокол № 1 від 29.08.2025

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	7
2 БАЗОВІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ	13
2.1 Завдання на практичне заняття	13
2.2 Зразок розв'язання завдання	15
3 ЗАКОНИ РОЗПОДІЛУ НЕПЕРЕРВНИХ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН.	16
3.1 Завдання на практичне заняття	16
3.2 Зразок розв'язання завдання	16
4 ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВХІДНОГО ПОТОКУ ЗАПИТІВ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.	19
4.1 Завдання на практичне заняття	19
4.2 Зразок розв'язання завдання	19
5 ОБЧИСЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ ПОТОКУ ПОДІЙ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	21
5.1 Завдання на практичне заняття	21
5.2 Зразок розв'язання завдання	23
6 ОБЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЧАСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ..	26
6.1 Завдання на практичне заняття	26
6.2 Зразок розв'язання завдання.	28
7 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ З ДИСКРЕТНИМИ СТАНАМИ.	30
7.1 Завдання на практичне заняття	30
7.2 Зразок розв'язання завдання	32
8 ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНОГО РЕЖИМУ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.	34
8.1 Завдання на практичне заняття.	34
8.2 Зразок розв'язання завдання	34

9 ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.	37
10 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ З ВІДМОВАМИ.	38
11 ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОЛІНІЙНИХ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ З ОБМЕЖЕНОЮ ЧЕРГОЮ	39
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.	40
ДОДАТОК А Варіанти вихідних даних до розділу 4	41
ДОДАТОК Б Варіанти вихідних даних до розділу 5.	49
ДОДАТОК В Варіанти вихідних даних до розділу 8	57

ВСТУП

Дисципліна «Теорія систем масового обслуговування» є однією з головних в освітніх програмах галузі знань «Інформаційні технології». Метою її вивчення є подальший розвиток у студентів здатності до математичного та логічного мислення, надання студентам знань з основних понять, ідей і методів систем масового обслуговування та прищеплення практичних навичок використання моделей масового обслуговування для розв'язання практичних задач при розробці інформаційних систем та технологій або оцінки їх ефективності.

Рівень продуктивності інформаційних систем (ІС) тісно пов'язаний з їх апаратним та програмним забезпеченням, а також з організацією їх функціонування. Діяльність ІС зазвичай має на меті обробку запитів, що надходять від користувачів непередбачувано. Обслуговування цих запитів також зазвичай відбувається випадково. Це призводить до нерівномірності використання ресурсів системи, включаючи як технічні та програмні засоби, так і обслуговуючий персонал, що спричиняє їх недовикористання і простій або надмірне завантаження. Перевантаження ресурсів виявляється у вигляді черг у системі обслуговування та збільшення часу очікування для абонентів.

Тому потрібно застосовувати порівняльний аналіз різних підходів до створення апаратної, програмної та організаційної архітектури ІС на етапі проєктування, а також при модернізації діючої ІС. Така оцінка необхідна й для аналізу майбутніх напрямів розвитку ІС з метою забезпечення її ефективної роботи. Важливо визначати ступінь завантаженості ресурсів, знаходити можливості підвищення продуктивності і, зрештою, розробляти рекомендації, створені для подальшого підвищення ефективності роботи ІС.

Для виконання порівняльного аналізу різних варіантів побудови ІС широко використовується аналітичне моделювання, яке застосовується на стадіях проєктування, модернізації або реорганізації інформаційних систем із метою оцінки ключових часових параметрів та характеристик завантаження

ІС та її компонентів. Цей підхід базується на аналітичній моделі, що формується з урахуванням низки припущень та спрощень. Вона дозволяє оперативно отримати важливі показники роботи системи, такі як середній час відгуку на запит користувача, рівень завантаження, середня кількість запитів у черзі та системі в цілому. При створенні аналітичних моделей ІС та її складових частин як один із варіантів використовуються методи теорії масового обслуговування (ТМО). Це дозволяє врахувати імовірнісний характер інформаційних процесів, які функціонують у цих системах.

Теорія систем масового обслуговування вирішує, насамперед, завдання аналізу. Робота системи масового обслуговування залежить від виду та внутрішньої структури потоку заявок, що надходять на обслуговування, кількості каналів обслуговування і закону розподілу часу обслуговування заявок кожним каналом. Крім цього, на роботу системи значно впливають алгоритми обслуговування. Алгоритми обслуговування містять усі особливості поведінки заявки, що надійшла в систему. До таких алгоритмів належать, насамперед, правила утворення черги із заявок, які потрібно обслуговувати, і алгоритми вибору заявок із черги. Можуть розглядатися такі правила, коли черга взагалі не допускається. В інших системах масового обслуговування допускається утворення обмеженої (або необмеженої) черги заявок. На особливу увагу заслуговують системи масового обслуговування з «нетерплячими» заявками, коли заявка може покинути чергу (або взагалі систему), не дочекавшись закінчення обслуговування. Існують і такі правила, коли заявки певного виду повинні обслуговуватися без черги (мати пріоритет в обслуговуванні) або на певний час переривати обслуговування поточної заявки. Прикладом такої системи може слугувати робота операційної системи, що реагує на натискання оператором комп'ютера клавіш клавіатури.

Задачі синтезу є набагато вищим рівнем складності. Фахівцеві, який займається створенням систем масового обслуговування, необхідно подолати безліч непростих завдань. Першочерговим є завдання визначення оптимальної кількості каналів обслуговування з огляду на продуктивність

кожного з них. Надмірне збільшення кількості каналів призводить до їх простоїв на тривалі періоди. Також потрібно зважати на можливість виходу каналів обслуговування з робочого стану. Ще складніші завдання виникають під час інтеграції декількох СМО в мережу, де запити послідовно обслуговуватися на окремих СМО. Розвиток цього підходу був мотивований створенням складних обчислювальних та телекомунікаційних мереж, включаючи Інтернет. У таких мережах запити обробляються на кількох вузлах, можуть змінювати маршрути та алгоритми обробки, що створює додаткові труднощі під час їх дослідження.

Основи теорії систем масового обслуговування викладені в навчальному посібнику [1]. Метою цієї роботи є оволодіння практичними навичками розв'язання задач з теорії масового обслуговування.

1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Опанування дисципліни «Теорія систем масового обслуговування» передбачає засвоєння значного обсягу навчального матеріалу у вільний час у формі самостійної навчальної роботи, покликаної сформувати у студентів практичні навички опрацювання спеціальних джерел, зорієнтувати їх на інтенсивну роботу, критичне осмислення здобутих знань та глибоке вивчення теоретичних і практичних аспектів менеджменту та публічного управління. Як результат, це формує спроможність студента давати відповіді, пояснювати, розуміти пояснення, дискутувати, звітувати державною мовою на достатньому для професійної діяльності рівні, здатність спілкуватися іноземною мовою, застосовувати сучасні інформаційні й комунікаційні технології для розв'язання практичних завдань щодо вирішення завдань менеджменту і публічного управління.

Самостійна навчальна робота зорієнтована на набуття студентами здатності генерувати нові ідеї (креативність), працювати автономно та в команді, набувати знань та розуміти предметну сферу, суть професійної діяльності.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу з дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних кабінетах та лабораторіях кафедри «Комп'ютерних наук та інформаційних технологій». Рациональна організація самостійної роботи вимагає від студента умілого розподілу свого часу між аудиторною та поза аудиторною роботою.

Значна частка роботи студента в курсі «Теорія систем масового обслуговування» припадає на практичні заняття. Виконуючи практичні завдання, студент удосконалює знання та вміння, отримані в процесі вивчення дисципліни «Теорія систем масового обслуговування», а саме: визначати мету розробки, відокремлювати завдання, формулювати проблеми та знаходити способи їхнього розв'язання.

Види організації самостійної роботи можуть бути найрізноматнішими, однак завжди варто керуватися принципом активізації розумової діяльності, стимулюючи потребу поглиблювати одержані знання шляхом використання різних видів самостійної роботи. Дуже важливо в кожному конкретному випадку застосовувати ті види самостійної роботи, які активно сприяють формуванню відповідних умінь. За різновидом організації всі види самостійної роботи можна розподілити на дві групи: самостійна робота в процесі проведення очних занять і самостійна робота, що проводиться в позанавчальний час.

Однією із форм організації самостійної роботи, що застосовується безпосередньо на лекції, є конспектування. Будь-який конспект повинен містити тільки головні думки, відображаючи при цьому суть теми. Якщо конспект пишуть від руки, то у студента обов'язково повинні бути при собі зошит і комплект різнокольорових ручок (не буде зайвим мати і різнокольорові маркери). Конспектування доцільно розпочинати з дати і

назви (якщо в зошиті є якийсь більш ранній матеріал, від нього необхідно відступати кілька рядків, щоб масиви даних не зливалися), найважливіше потрібно виділяти кольором (наприклад писати ручкою іншого кольору або застосовувати маркер). У виступі лектора необхідно визначати найістотніші моменти, які й потрібно заносити в конспект. Не рекомендується писати все в один рядок. Використовуйте цитатну техніку написання. Це означає, що кожен нову ідею потрібно фіксувати з нового рядка. До того ж між усіма рядками бажано робити відступи в один рядок. Це значно спрощує сприйняття і дозволяє доповнювати записи. Те, що лектор або викладач зображує на дошці, потрібно фіксувати й у себе в зошиті, адже якщо він так робить, це особливо важливо. Записувати ж необхідне можна або графічно, або тезисно. Не можна нехтувати аббревіатурами та скороченнями. Цифри завжди потрібно писати знаками. Це в багато разів зменшує обсяг матеріалу, але значення не втрачається. Включайте в конспект не тільки текст, скорочення, цифри й розділові знаки, а й таблиці, схеми, діаграми, формули, графіки та малюнки. Ці графічні підказки економлять час на фіксування інформації, а також легше запам'ятовуються.

Важливе значення при написанні конспекту мають скорочення. Можна скорочувати ключові слова до великої літери і використовувати ці скорочення в тексті. Замість тексту «Чисельні методи» можна використовувати «ЧМ», «магнітний резонанс» можна скоротити до «МР» тощо. Якщо якісь літери співпадають, відокремити одні від інших можна за допомогою спеціальних позначень, наприклад обвівши букву в коло чи квадрат тощо. Коли трапляються поширені довгі слова, оперуйте загальноприйнятими скороченнями, наприклад: функція – ф-я; формула – ф-ла; керівництво – кер-во; література – літ-ра тощо.

У сучасних смартфонах є функція високоякісного диктофона, тому особливо важливі лекції можна просто записувати на диктофон, супроводжуючи їх конспектуванням формул і малюнків. Можна навіть знімати (якщо лектор не заперечує) відеофільм. З розвитком планшетних

комп'ютерів, обладнаних сенсорним екраном (тачскрин – touch screen), з'явилася можливість конспектування на екрані. Конспект можна зберегти в pdf-форматі і переслати в хмару. Як додаток можна використовувати OneNote. Як інструмент запису необхідно підібрати відповідний стилус.

До самостійної роботи, що виконується студентами в позанавчальний час, належать такі види: робота з навчальною літературою, рекомендованою викладачем; робота з конспектом; виконання домашніх завдань, розрахунково-графічних робіт; написання рефератів; виконання кваліфікаційних робіт, курсових проєктів та інших робіт. Інформацію для них можна знайти в Інтернеті за допомогою пошукових систем, наприклад Google. Доцільно розпочинати пошук з простіших запитів, наприклад «нормальний закон». У пошукових системах використовуються спеціальні символи, які дозволяють отримати точніший результат. Наприклад, для пошуку чіткої фрази, її потрібно розмістити в лапках, для пошуку всередині діапазону потрібно ввести приклад: «Масове обслуговування підручник 2000...2024».

Під час виконання кваліфікаційних робіт, курсових проєктів та інших робіт важливо підбирати цитовану літературу та працювати з нею. Для цього рекомендується використовувати багатофункціональні системи пошуку наукових праць, такі як Google Scholar, Scopus, Web of Science. Для студентів рекомендується використовувати Google Scholar (Google Академія). Це безкоштовна пошукова система щодо повних текстів наукових публікацій всіх форматів і дисциплін. Індекс Google Scholar включає дані з більшості рецензованих онлайн-журналів найбільших наукових видавництв Європи та Америки. Система дозволяє здійснювати пошук повнотекстових журнальних статей, препринтів, дисертацій, монографій та інших документів. Користуватися базою даних Академії як пошуковою системою може безкоштовно будь-який користувач. Пошук статей в Google Scholar здійснюється такими самими способами, що й пошук в Google або будь-якій іншій пошуковій системі – шляхом введення пошукових слів

(словосполучень) в рядок пошуку. Для входу в Google Академію необхідно ввести вебадресу <https://scholar.google.com.ua/>. Викликається головне вікно системи (рис. 1.1)

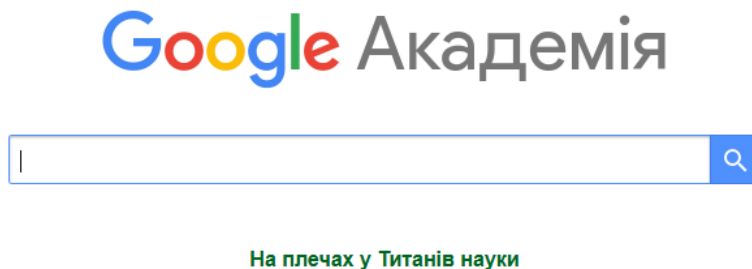


Рисунок 1.1 – Головне вікно Google Академії

Підберемо джерела з теорії систем масового обслуговування. У вікно пошуку вводимо «Теорія систем масового обслуговування». Результат пошуку поданий на рисунку 1.2.

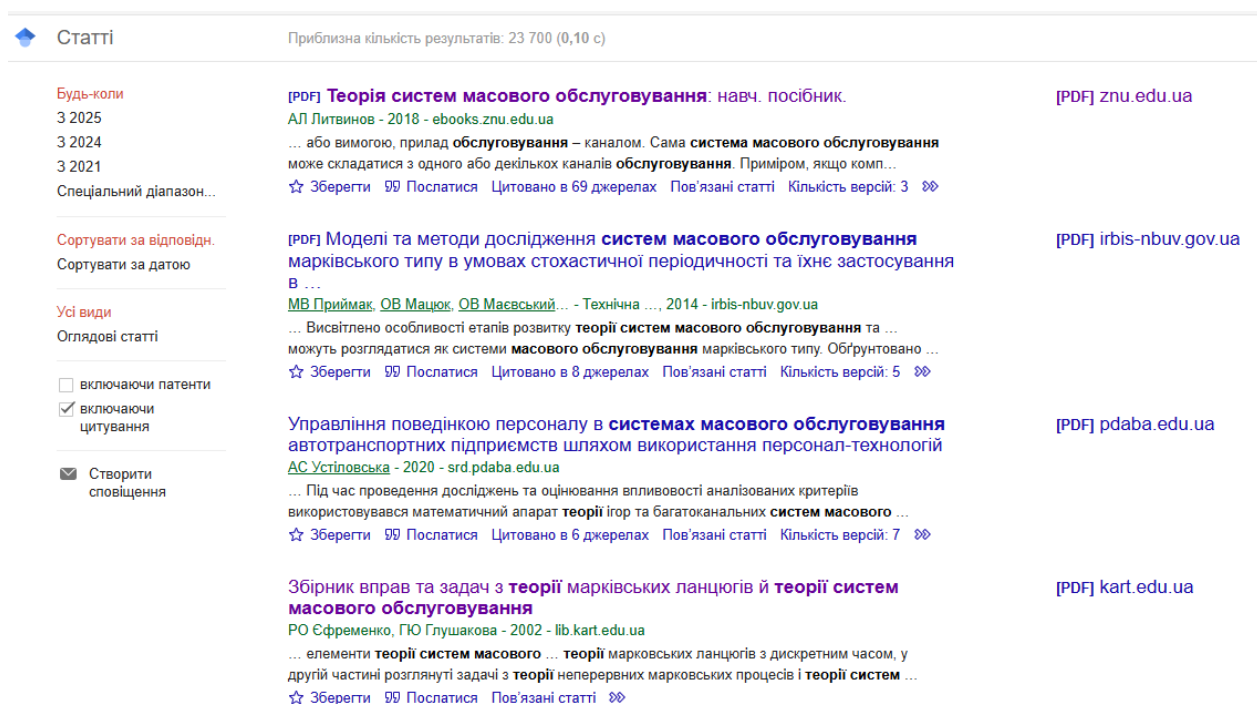


Рисунок 1.2 – Результат пошуку за запитом «Теорія систем масового обслуговування»

Для сортування результатів пошуку використовують панель результатів, розташовану зліва від основного тексту.

Усі посилання інтерактивні і, натиснувши на посилання, що нас цікавить, потрапимо на вебсторінку повнотекстової версії статті, якщо вона відкрита, або на сторінку онлайн-бібліотеки. Припустимо, нас зацікавив навчальний посібник «Збірник вправ та задач з теорії марківських ланцюгів й теорії систем масового обслуговування». Натиснувши на посилання, переходимо на опис навчального посібника (рис. 1.3).

Repository of academic texts of the Ukrainian State University of Railway Transport / Навчально-методична література / Методичні видання / 2002

Please use this identifier to cite or link to this item: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/3339>

Title:	Збірник вправ та задач з теорії марківських ланцюгів й теорії систем масового обслуговування
Authors:	Єфременко, Р. О. Глушакова, Ганна Юріївна
Issue Date:	2002
Publisher:	Українська державна академія залізничного транспорту
Citation:	Збірник вправ та задач з теорії марківських ланцюгів й теорії систем масового обслуговування / укладачі : Р. О. Єфременко, Г. Ю. Глушакова ; кафедра вищої математики. - Харків : УкрДАЗТ, 2002. - 27 с.
Abstract:	Збірник вправ та задач пропонується студентам II курсу спеціальності "Управління процесами перевезень на залізничному транспорті", які вивчають випадкові процеси та елементи теорії систем масового обслуговування в обсязі навчальної програми для вказаної спеціальності. Збірник містить вправи та задачі до основних розділів теоретичного курсу. До деяких задач надаються робочі формули, способи розв'язання й вказівки про переваги кожного з цих способів. У першу частину увійшли вправи з теорії марковських ланцюгів з дискретним часом, у другій частині розглянуті задачі з теорії неперервних марковських процесів і теорії систем масового обслуговування. Збірник може бути корисним і студентам інших спеціальностей, які вивчають відповідні розділи дисципліни "Вища математика".
URI:	http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/3339
Appears in Collections:	2002

Files in This Item:

File	Description	Size	Format	
Методичні вказівки		707.74 kB	Adobe PDF	View/Open

Рисунок 1.3 – Опис навчального посібника

На цій сторінці можна переглянути посібник. Для цього потрібно натиснути мишею на кнопку «View / Open»

У разі використання фрагментів із літературних джерел обов'язково посилатися на джерело, розмістивши його в квадратних дужках – [4]. Виконану роботу потрібно перевіряти на плагіат за допомогою відповідного програмного забезпечення або інтернет-сервісів, наприклад UNICHECK.

2 БАЗОВІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ

2.1 Завдання на практичне заняття

І. У двох бункерах лежать деталі різного найменування. У першому бункері міститься $K_{\text{загал}}$ деталей і серед них L_{JU202} деталей найменування JU202. У другому бункері міститься $M_{\text{загал}}$ деталей і серед них N_{JU202} деталей найменування JU202. З першого і з другого бункера витягують по одній деталі. Знайти ймовірність того, що:

- а) у спільній вибірці буде дві деталі найменування JU202;
- б) у спільній вибірці буде тільки одна деталь найменування JU202;
- в) у спільній вибірці не буде деталей найменування JU202;
- г) у спільній вибірці буде хоча б одна деталь найменування JU202.

Задачу розв'язати двома способами.

Обґрунтувати відповіді. Варіанти задачі подані в таблиці 1.

Таблиця 1– Варіанти до задачі 1

Варіант	Перший бункер		Другий бункер		Варіант	Перший бункер		Другий бункер	
	$K_{\text{загал}}$	L_{JU202}	$M_{\text{загал}}$	N_{JU202}		$K_{\text{загал}}$	L_{JU202}	$M_{\text{загал}}$	N_{JU202}
1	78	59	34	23	16	46	13	56	40
2	36	13	66	50	17	87	60	55	40
3	93	70	55	40	18	48	33	90	35
4	38	16	88	70	19	50	35	81	39
5	38	25	48	39	20	81	62	47	29
6	61	52	37	29	21	35	28	68	14
7	35	28	68	51	22	49	12	84	24
8	47	40	74	63	23	37	10	69	50
9	27	12	30	6	24	52	40	38	25
10	62	43	71	55	25	42	27	59	37
11	47	33	35	19	26	44	27	57	35
12	71	57	54	37	27	38	12	40	13
13	84	63	68	49	28	89	40	74	17
14	47	36	88	63	29	21	8	74	33

Варіант	Перший бункер		Другий бункер		Варіант	Перший бункер		Другий бункер	
	K _{загал}	L _{JU202}	M _{загал}	N _{JU202}		K _{загал}	L _{JU202}	M _{загал}	N _{JU202}
15	66	20	40	11	30	43	30	64	17

II. Студент повинен здати чотири екзамени. Ймовірності того, що студент здасть конкретний екзамен наведені в таблиці 2. Знайдіть ймовірність того, що він здасть хоча б один екзамен з чотирьох.

Ймовірність обчисліть двома засобами:

а) використовуючи наслідок з теореми множення ймовірностей:
ймовірність хоча б однієї події з декількох;

б) використовуючи теорему складання ймовірностей:

$$\begin{aligned}
 P(A+B+C+D) &= P((A+B)+(C+D)) = P(A+B) + P(C+D) - P(A+B) \cdot P(C+D) = \\
 &= [P(A)+P(B)-P(A) \cdot P(B)] + [P(C)+P(D)-P(C) \cdot P(D)] - \\
 &\quad - [P(A)+P(B)-P(A) \cdot P(B)] \cdot [P(C)+P(D)-P(C) \cdot P(D)]
 \end{aligned}$$

Таблиця 2 – Варіанти до задачі 2

Варіант	Ймовірності здачі екзамена				Варіант	Ймовірності здачі екзамена			
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
1	0,7	0,65	0,45	0,67	16	0,46	0,13	0,56	0,40
2	0,36	0,13	0,66	0,50	17	0,87	0,60	0,55	0,40
3	0,93	0,70	0,55	0,40	18	0,48	0,33	0,90	0,35
4	0,38	0,16	0,88	0,70	19	0,50	0,35	0,81	0,39
5	0,38	0,25	0,48	0,39	20	0,81	0,62	0,47	0,29
6	0,61	0,52	0,37	0,29	21	0,35	0,28	0,68	0,14
7	0,35	0,28	0,68	0,51	22	0,49	0,12	0,84	0,24
8	0,47	0,40	0,74	0,63	23	0,37	0,10	0,69	0,50
9	0,27	0,12	0,30	0,6	24	0,52	0,40	0,38	0,25
10	0,62	0,43	0,71	0,55	25	0,42	0,27	0,59	0,37
11	0,47	0,33	0,35	0,19	26	0,44	0,27	0,57	0,35
12	0,71	0,57	0,54	0,37	27	0,38	0,12	0,40	0,13
13	0,84	0,63	0,68	0,49	28	0,89	0,40	0,74	0,17
14	0,47	0,36	0,88	0,63	29	0,21	0,8	0,74	0,33
15	0,66	0,20	0,40	0,11	30	0,43	0,30	0,64	0,17

2.2 Зразок розв'язання завдання

Розв'яжемо варіант 30 першого завдання. Позначимо через A подію, що з першого бункера витягли деталь найменування JU202, а через $\bar{A}$, що не витягли.

Позначимо через B подію, що з другого бункера витягли деталь найменування JU202, а через $\bar{B}$ що не витягли.

Обчислимо ймовірності:

$$P(A) = 30 / 43 = 0,6977; P(\bar{A}) = 1 - P(A) = 1 - 0,6977 = 0,3023;$$

$$P(B) = 17 / 64 = 0,2656; P(\bar{B}) = 1 - P(B) = 1 - 0,2656 = 0,7344 .$$

Тоді

$$а) P(A \cdot B) = 0,6977 \cdot 0,2656 = 0,185$$

б) події $A \cdot \bar{B}$ і $\bar{A}B$ несумісні, тоді

$$P(A \cdot \bar{B} + \bar{A}B) = P(A \cdot \bar{B}) + P(\bar{A}B) = 0,6977 \cdot 0,7344 + 0,3023 \cdot 0,2656 = 0,593$$

$$в) P(\bar{A} \cdot \bar{B}) = 0,3023 \cdot 0,7344 = 0,222$$

$$г1) p_2 = 1 - P(\bar{A} \cdot \bar{B}) = 1 - 0,222 = 0,778$$

$$г2) p_2 = P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB) = 0,6977 + 0,2656 - 0,185 = 0,778$$

Розв'яжемо варіант 30 другого завдання. Використаємо ймовірність хоча б однієї події з декількох.

1. Знаходимо ймовірності протилежних подій:

$$q_1 = 1 - p_1 = 1 - 0,43 = 0,57; q_2 = 1 - p_2 = 1 - 0,3 = 0,7; q_3 = 1 - p_3 = 1 - 0,64 = 0,36;$$

$$q_4 = 1 - p_4 = 1 - 0,17 = 0,83$$

$$\text{Тоді } P = 1 - q_1 q_2 q_3 q_4 = 0,881$$

2. Використаємо теорему складання ймовірностей. Подія E_i – склав і-й екзамен:

$$P(E_1 + E_2) = P(E_1) + P(E_2) - P(E_1) \cdot P(E_2) = 0,43 + 0,30 - 0,43 \cdot 0,30 = 0,601$$

$$P(E_3 + E_4) = P(E_3) + P(E_4) - P(E_3) \cdot P(E_4) = 0,64 + 0,17 - 0,64 \cdot 0,17 = 0,701$$

$$P((E_1 + E_2) + (E_3 + E_4)) = P(E_1 + E_2) + P(E_3 + E_4) - P(E_1 + E_2) \cdot P(E_3 + E_4) = 0,601 + 0,701 - 0,601 \cdot 0,701 = 0,881$$

3 ЗАКОНИ РОЗПОДІЛУ НЕПЕРЕРВНИХ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН

3.1 Завдання на практичне заняття

1. Знайти ймовірність попадання випадкової величини X в інтервал $[\alpha, \beta]$, якщо вона розподілена:

- а) рівномірно в інтервалі $[c, d]$;
- б) за експоненціальним законом і має математичне сподівання m ;
- в) за нормальним законом, має математичне сподівання m та середньоквадратичне відхилення σ .

2. Побудувати в Excel (Python) спільний графік щільностей цих законів в діапазоні $[0, 2\beta]$. Варіанти завдання подані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Варіанти до завдання 2

Варіант	α	β	c	d	m	σ	Варіант	α	β	c	d	m	σ
1	1	10	8	15	12	2	16	11	20	6	16	11	1
2	2	8	3	12	7	2	17	2	8	-1	6	3	3
3	3	7	6	10	7	1	18	1	6	4	8	5	1
4	4	12	6	16	10	3	19	4	15	10	14	11	1
5	5	9	3	7	4	2	20	11	14	12	16	13	1
6	6	10	3	9	5	1	21	4	10	0	6	2	2
7	7	12	10	14	11	1	22	6	14	3	9	5	2
8	8	15	2	12	6	3	23	7	15	3	12	7	3
9	9	14	10	16	11	1	24	11	18	9	14	11	2
10	1	16	12	20	14	2	25	8	14	12	16	10	1
11	7	12	-1	8	4	3	26	7	14	2	10	5	3
12	1	20	8	16	11	2	27	12	22	10	20	14	3
13	1	17	4	15	9	3	28	3	13	0	10	4	2
14	1	14	-3	12	7	3	29	6	12	8	16	10	2
15	7	12	-2	10	6	3	30	1	13	6	16	9	3

3.2 Зразок розв'язання завдання

Знайти ймовірність попадання випадкової величини X в інтервал $[4, 15]$, якщо вона розподілена:

- а) рівномірно в інтервалі $[3, 11]$;
- б) за експоненціальним законом і має математичне сподівання $m = 5$;

в) за нормальним законом, має математичне сподівання $m = 5$ та середньоквадратичне відхилення $\sigma = 1,5$.

Побудувати в Excel спільний графік щільностей цих законів в діапазоні $[0, 2 \times 11]$.

Розв'язки завдання в Excel наведені на рисунках 3.3–3.6.

3	Функція розподілу має вид								
4									
5		$F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 3, \\ \frac{x-3}{11-3}, & 3 < x \leq 11, \\ 1, & x > 11 \end{cases}$	$\begin{cases} 0, & x \leq 3, \\ \frac{x-3}{8}, & 3 < x \leq 11, \\ 1, & x > 11 \end{cases}$						
6									
7									
8									
9									

$$P(4 \leq X < 15) = F(15) - F(4) = 1 - \frac{4-3}{8} = \frac{7}{8} = 0,875.$$

Рисунок 3.3 – Випадкова величина, розподілена рівномірно

13	Функція розподілу має вид								
14									
15	$F(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ 1 - e^{-\lambda x}, & x \geq 0. \end{cases}$	$\lambda = 1/m = 1/5 = 0,2$	$F(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ 1 - e^{-0,2x}, & x \geq 0. \end{cases}$						
16									
17									
18									
19									
20									
21									

$$f(x) = 0,2e^{-0,2x}$$

$$P(\alpha \leq X < \beta) = F(\beta) - F(\alpha) = e^{-\lambda \alpha} - e^{-\lambda \beta} = e^{-0,2 \cdot 4} - e^{-0,2 \cdot 15} =$$

$$= 0,4493 - 0,0498 = 0,3995.$$

$$= \text{EXP}(-0,2 \cdot 4) - \text{EXP}(-0,2 \cdot 15) = 0,399542$$

Рисунок 3.4 – Випадкова величина, розподілена за експоненціальним законом

P(4<X<15)	=	=НОРМ.РАСП(15;5;1,5;1)-НОРМ.РАСП(4;5;1,5;1)	=	0,747507
-----------	---	---	---	----------

Рисунок 3.5 – Випадкова величина, розподілена за нормальним законом

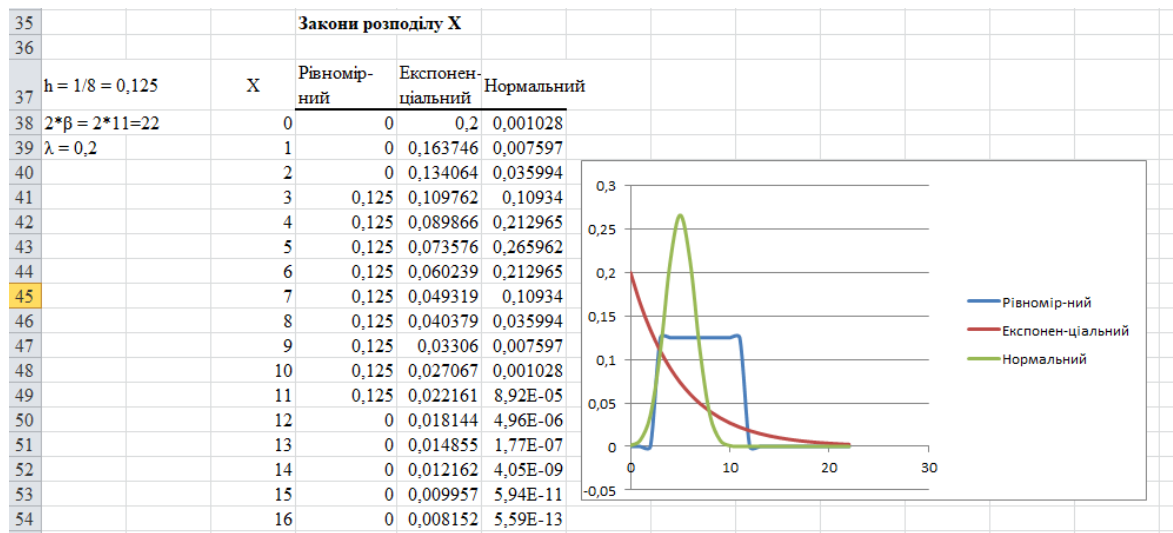


Рисунок 3.6 – Побудова спільного графіка щільностей законів розподілу випадкової величини

4 ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВХІДНОГО ПОТОКУ ЗАПИТІВ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

4.1 Завдання на практичне заняття

Графічно потік запитів на обслуговування можна подати у вигляді точок на тимчасовій осі, як це показано на рисунку 4.1.

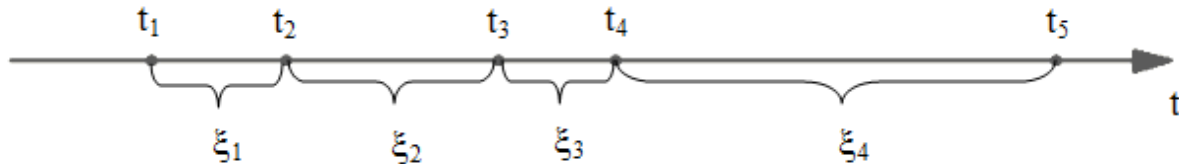


Рисунок 4.1 – Моменти надходження запитів на часовій осі

$\xi_1, \xi_2, \xi_3, \dots$ це інтервали часу між надходженням сусідніх запитів. Вони є випадковими величинами – Ξ , що характеризуються математичним очікуванням, дисперсією, функцією розподілу та іншими характеристиками, тобто щодо потоків запитів необхідно залучати методи теорії ймовірностей і математичної статистики. Те саме стосується і часу обслуговування запитів. Ці дослідження необхідно здійснити до побудови моделі масового обслуговування та її вивчення.

Завдання дослідження

1. За запропонованим масивом інтервалів часу $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \dots$ між надходженням сусідніх запитів побудувати гістограму відносних частот.
2. Визначити вид закону розподілу.
3. Розрахувати математичне очікування та середньоквадратичне відхилення інтервалів часу $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \dots$
4. Записати вид для функції розподілу випадкових величин $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \dots$

Масиви випадкових величин $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \dots$ для кожного варіанта наведені в додатку А.

4.2 Зразок розв'язання завдання

Технологію виконання практичного заняття продемонструємо на такому прикладі. Дано таку вибірку:

48,3 1,72 35,7 55,9 4,26 10,3 45,4 27,4 10,2 16,0 18,1 4,25 38,5 3,06 14,3 4,79 5,59 7,02 11,4 54,8
 2,21 12,3 19,4 40,9 2,94 19,1 34,0 3,10 7,54 41,9 7,59 7,77 16,9 37,1 8,06 33,1 ,549 11,7 23,0 6,82
 10,9 40,2 9,45 9,07 22,8 1,78 9,53 14,0 3,72 4,52 20,5 4,33 24,5 9,68 9,83 10,6 11,0 15,1 ,994 8,94
 31,6 37,0 20,0 27,3 14,0 23,7 42,6 8,40 2,19 19,0 20,2 4,24 ,465 10,7 32,6 13,3 9,85 15,7 119, 8,43
 19,2 9,81 ,602 58,0 52,1 34,4 14,8 7,02 2,72 86,7 5,67 34,2 40,1 9,79 5,58 10,5 4,77 1,03 8,60 ,253
 17,4 2,82 16,3 20,1 6,88 5,80 8,09 9,45 12,4 15,4 17,0 60,2 19,7 35,0 18,4 10,7 16,7 3,17 14,3 15,4
 14,8 8,11 9,73 24,0 28,9 28,6 53,3 21,9 ,598 36,6 10,2 6,85 37,0 3,67 6,95 5,53 5,91 24,5 4,77 57,8
 33,0 4,79 23,0 24,1 14,4 87,3 8,36 46,3 35,1 13,6 59,7 55,8 15,7 22,4 13,4 63,7 49,3 24,3 3,74 3,49
 22,5 2,65 2,24 4,17 1,08 3,77 ,578 66,1 12,3 39,8 1,94 14,0 6,71 ,824 6,12 ,33e- 14,1 9,14 7,51 5,06
 0,97 27,8 8,05 45,5 31,9 29,3 37,7 38,4 17,7 12,0 3,84 3,40 1,22 10,3 45,7 13,1¹ ,724 4,02 13,8 48

За методикою [2, с. 68–72] будемо в Excel гістограму відносних частот (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Гістограма щільності відносних частот

За видом гістограми висуваємо гіпотезу: розподіл описується експоненціальним законом зі щільністю розподілу за функцією

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \end{cases} \quad (4.1)$$

де $\lambda = 1/m$ – параметр розподілу; m – математичне сподівання.

За допомогою функцій Excel (СРЗНАЧ, ДИСП.В) знаходимо оцінки для математичного сподівання ($\hat{m}$), дисперсії ($\hat{D}$) та середнього квадратичного відхилення випадкової величини Ξ ($\hat{\sigma}$). $\hat{m} = 18,955$; $\hat{D} = 345,028$; $\hat{\sigma} = 18,575$. Таким чином, параметр $\lambda = 1/m = 0,05276$.

5 ОБЧИСЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ ПОТОКУ ПОДІЙ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

5.1 Завдання на практичне заняття

Між параметром X вхідного потоку і параметром Y вихідного потоку однолінійної системи масового обслуговування існує залежність, яку можна дослідити методами кореляційного аналізу. Вихідними даними для аналізу слугує кореляційна таблиця (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Кореляційна таблиця

X	Y						
	y_1	y_2	...	y_i	...	y_m	n_{x_i}
x_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	...	n_{1m}	n_{x_1}
x_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2j}	...	n_{2m}	n_{x_2}
...	...	...	...		...		...
x_i	n_{i1}	n_{i2}	...	n_{ij}	...	n_{im}	n_{x_i}
...	...	...	...	...	...	...	...
x_k	n_{k1}	n_{k2}	...	n_{kj}	...	n_{km}	n_{x_k}
n_{y_j}	n_{y_1}	n_{y_2}	...	n_{y_o}	...	n_{y_m}	N

Таблиця 5.1 у кореляційному аналізі називається кореляційною таблицею. У ній: n_{ij} – частота спільної появи ознак x_i, y_j (пари (x_i, y_j));

$N = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m n_{ij}$ – обсяг вибірки; n_{x_i} – загальна частота появи ознаки x_i ,

$n_{x_i} = \sum_{j=1}^m n_{ij}, (i=1, 2, \dots, k)$; n_{y_j} – загальна частота появи ознаки y_j ,

$n_{y_j} = \sum_{i=1}^k n_{ij}, (j=1, 2, \dots, m)$.

За таблицею 5.1 можна розрахувати середнє X і Y , дисперсію та інші характеристики вибірки.

Середнє значення X і Y обчислюється за такими формулами:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n_{x_i} x_i; \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^m n_{y_j} y_j, \quad (5.1)$$

Дисперсії X і Y знаходять за такими формулами:

$$D_x = \sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n_{x_i} (x_i - \bar{x})^2; D_y = \sigma_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^m n_{y_j} (y_j - \bar{y})^2. \quad (5.2)$$

Для характеристики залежності між двома величинами X і Y використовують ряд показників:

– вибірковий коефіцієнт регресії Y на X – ρ_{yx} , який обчислюється за формулою

$$\rho_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m n_{x_i y_j} x_i y_j - N \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{N \cdot \sigma_x^2}, \quad (5.3)$$

– вибірковий коефіцієнт кореляції – r_e , який обчислюється за формулою

$$r_e = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m n_{x_i y_j} x_i y_j - N \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{N \cdot \sigma_x \sigma_y} \quad (5.4)$$

Вибірковий коефіцієнт кореляції має такі властивості:

1) абсолютна величина вибіркового коефіцієнта кореляції не перевищує одиниці: $|r_e| \leq 1$;

2) якщо вибірковий коефіцієнт кореляції дорівнює нулю, то X та Y не зв'язані лінійною кореляційною залежністю;

3) якщо абсолютна величина вибіркового коефіцієнта кореляції дорівнює одиниці, то випадкові величини X і Y зв'язані лінійною функціональною залежністю.

Важливу роль в кореляційному аналізі відіграє залежність умовної середньої $\bar{y}_x$ від змінної x $\bar{y}_x = f(x)$, яка називається **рівнянням регресії Y на X** , функція $f(x)$ – регресією Y на X , а її графік – лінією регресії Y на X .

Для лінійної регресії рівняння регресії Y на X має такий вигляд:

$$\bar{y}_x = \rho_{yx}x + b, \quad (5.5)$$

де b визначається за формулою

$$b = \frac{N \cdot \bar{x}^2 \cdot y - x \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m n_{x_i y_j} x_i y_j}{N \cdot \sigma_x^2}. \quad (5.6)$$

Завдання

За кореляційною таблицею знайти середнє значення X і Y , дисперсії X і Y , вибірковий коефіцієнт регресії Y на X – ρ_{yx} і величину зміщення лінії регресії по осі Oy – b ; побудувати рівняння прямої лінії регресії Y на X та її графік, знайти вибірковий коефіцієнт кореляції і оцінити щільність зв'язку Y з X . Варіанти завдання наведені в додатку Б.

5.2 Зразок розв'язання завдання

Знайти вибіркве рівняння прямої лінії регресії Y на X і оцінити щільність лінійного зв'язку Y і X за даними кореляційної таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Кореляційна таблиця до прикладу

X	Y					n_x
	10	20	30	40	50	
10	5					5
20	7	20				27
30		23	30	10		63
40			47	11	9	67
50			2	20	7	29
60			6	3		9
n_y	12	43	85	44	16	200

Розв'язок. Рівняння прямої лінії регресії Y на X виглядає так:

$$\bar{y}_x - \bar{y} = r_s \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x}).$$

За формулами, відповідно, (5.1) – (5.6) маємо:

$$\bar{x} = \frac{1}{200} (5 \cdot 10 + 27 \cdot 20 + 63 \cdot 30 + 67 \cdot 40 + 29 \cdot 50 + 9 \cdot 60) = 35,75;$$

$$\bar{y} = \frac{1}{200}(12 \cdot 10 + 43 \cdot 20 + 85 \cdot 30 + 44 \cdot 40 + 16 \cdot 50) = 30,45;$$

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{200} \left((5 \cdot (10 - 35,75)^2 + 27 \cdot (20 - 35,75)^2 + 63 \cdot (30 - 35,75)^2 + 67 \cdot (40 - 35,75)^2 + 29 \cdot (50 - 35,75)^2 + 9 \cdot (60 - 35,75)^2) \right) = 122,4375;$$

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2} \approx 11,065;$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{200}(12 \cdot (10 - 30,45)^2 + 43 \cdot 10,9^2 + 85 \cdot 0,9^2 + 44 \cdot 9,1^2 + 16 \cdot 19,1^2) = 99,50;$$

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_y^2} \approx 9,97.$$

$$\text{Знайдемо } \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m n_{x_i y_j} x_i y_j :$$

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m n_{x_i y_j} x_i y_j = \left(\begin{aligned} &5 \cdot 10 \cdot 10 + 7 \cdot 20 \cdot 10 + 20 \cdot 20 \cdot 20 + 23 \cdot 20 \cdot 30 + 30 \cdot 30 \cdot 30 + \\ &+ 10 \cdot 30 \cdot 40 + 47 \cdot 40 \cdot 30 + 11 \cdot 40 \cdot 40 + 9 \cdot 40 \cdot 50 + 2 \cdot 50 \cdot 30 + \\ &+ 20 \cdot 50 \cdot 40 + 7 \cdot 50 \cdot 50 + 6 \cdot 60 \cdot 30 + 3 \cdot 60 \cdot 40 \end{aligned} \right) = 233200.$$

За формулою (5.3) знайдемо вибіркового коефіцієнта регресії Y на X – ρ_{yx}

$$\rho_{yx} = \frac{233200 - 200 \cdot 35,75 \cdot 30,45}{200 \cdot 122,4375} = 0,623$$

За формулою (5.4) знайдемо вибіркового коефіцієнта кореляції r_ϵ :
 $r_\epsilon \approx 0,702$.

Оскільки вибіркового коефіцієнта кореляції r_ϵ достатньо великий ($r_\epsilon = 0,702$), то лінійна кореляційна залежність сильна.

За формулою (5.6) знайдемо значення параметра b : $b = 7,847$.

Отримаємо остаточний вираз для рівняння регресії Y на X:

$$\bar{y}_x = 0,632x + 7,847.$$

Його графік зображено на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Графік лінії регресії Y на X

6 ОБЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЧАСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Однією із характеристик систем масового обслуговування є функція розподілу часу обслуговування запитів і його чисельні показники – математичне сподівання, дисперсія тощо. Ці характеристики отримують шляхом обробки відповідної вибірки.

Емпіричну функцією розподілу $F^*(x)$ (функція розподілу вибірки) можна отримати за формулою

$$F^*(x) = P(X < x) = n_x / N, \quad (6.1)$$

де n_x – сума частот тих варіантів, які менші x , N – об'єм вибірки.

Математичне сподівання, дисперсія, коефіцієнт варіації обчислюються за стандартними формулами математичної статистики [2].

6.1 Завдання на практичне заняття

Задано час обслуговування запитів на друк мережевого принтера від комп'ютерів мережі. Побудувати емпіричну функцію розподілу часу обслуговування та її графік; знайти оцінки для математичного сподівання, середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації. Варіанти завдання подані в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Варіанти завдання

Варіанти	Вибірка часу обслуговування запитів на друк
1	6, 1, 2, 1, 6, 2, 0, 5, 6, 6, 1, 1, 6, 1, 2, 7, 3, 7, 0, 5, 3, 3, 3, 7, 0, 5, 1, 5, 7, 5, 5, 7
2	3, 4, 2, 3, 3, 3, 1, 5, 3, 7, 3, 2, 1, 1, 7, 1, 3, 5, 7, 2, 6, 1, 5, 3, 7, 4, 2, 5, 1, 7, 4, 6
3	1, 1, 1, 3, 0, 0, 2, 3, 3, 5, 2, 2, 6, 1, 4, 6, 3, 5, 3, 2, 5, 3, 3, 2, 3, 3, 0, 6, 2, 4, 5, 3, 5
4	7, 1, 1, 4, 5, 2, 1, 1, 6, 7, 3, 3, 6, 1, 1, 6, 4, 4, 1, 4, 1, 6, 0, 1, 6, 4, 0, 6, 1, 3, 5, 3, 4,

Варіанти	Вибірка часу обслуговування запитів на друк
5	2, 2, 5, -, 6, 7, 1, 4, 4, 0, 2, 3, 5, 0, 4, 1, 2, 7, 0, 7, 4, 3, 4, 2, 4, 3, 1, 4, 0, 7, 6, 3, 7, 6
6	5, 2, 4, 3, 4, 6, 6, 2, 2, 3, 4, 6, 2, 4, 7, 2, 7, 5, 4, 0, 0, 6, 2, 1, 6, 6, 1, 1, 0, 3, 3, 6, 7
7	2, 1, 6, 2, 3, 5, 1, 6, 1, 1, 3, 0, 5, 2, 1, 3, -3, 3, 4, 1, 3, 6, 0, 7, 1, 3, 2, 4, 5, 6, 5, 2
8	0, 4, 3, 1, 2, 5, 8, 0, 2, 0, 3, 0, 7, 3, 5, 1, 5, 1, 1, 0, 6, 3, 1, 7, 7, 5, 3, 2, 8, 1, 5
9	2, 0, 6, 1, 1, 4, 4, 1, 4, 0, 4, 5, 4, 7, 5, 3, 9, 3, 9, 3, 4, 4, 6, 3, 2, 7, 0, 9, 7, 1, 1, 6, 4, 2
10	9, 4, 1, 4, 4, 1, 3, 8, 9, 9, 2, 2, 9, 4, 5, 10, 6, 10, 3, 8, 0, 0, 6, 10, 3, 8, 2, 8, 10, 8, 8, 10, 0
11	8, 7, 5, 6, 6, 6, 2, 8, 0, 10, 0, 1, 4, 2, 10, 2, 6, 8, 10, 1, 9, 4, 8, 0, 10, 7, 1, 8, 2, 10, 7, 9, 2
12	2, 4, 0, 3, 3, 1, 6, 6, 8, 1, 5, 9, 4, 7, 9, 6, 8, 0, 5, 8, 0, 6, 1, 6, 6, 3, 9, 5, 7, 8, 6, 8, 10, 4, 2
13	7, 8, 5, 4, 2, 9, 10, 6, 6, 9, 4, 2, 9, 7, 7, 4, 7, 2, 9, 3, 2, 9, 7, 3, 9, 2, 0, 8, 0, 7, 1, 5, 8, 0, 9
14	10, 4, 7, 7, 3, 1, 6, 8, 3, 7, 4, 5, 10, 3, 10, 7, 6, 7, 1, 7, 0, 4, 7, 3, 10, 9, 6, 10, 9, 8, 1, 7, 6
15	7, 9, 9, 5, 5, 6, 7, 9, 1, 7, 10, 1, 10, 8, 1, 3, 3, 1, 5, 1, 9, 9, 4, 0, 3, 0, 6, 9, 10, 5, 4, 1, 5, 6
16	8, 2, 9, 4, 4, 6, 3, 8, 5, 4, 0, 0, 6, 7, 2, 0, 9, 3, 10, 2, 6, 5, 7, 8, 9, 1, 1, 3, 7, 6, 4, 1, 8, 1, 3
17	1, 3, 0, 3, 10, 0, 8, 2, 8, 4, 2, 3, 9, 0, 2, 10, 10, 8, 6, 1, 1, 2, 8, 5, 3, 9, 3, 4, 7, 7, 2, 7, 3
18	8, 7, 10, 8, 6, 6, 6, 0, 6, 7, 7, 9, 0, 1, 0, 3, 3, 10, 4, 4, 3, 2, 8, 0, 8, 6, 1, 10, 8, 5, 2, 2, 6, 8
19	7, 2, 9, 2, 2, 9, 1, 6, 7, 7, 0, 0, 7, 2, 3, 8, 4, 8, 1, 6, 13, 13, 4, 8, 1, 6, 0, 6, 8, 6, 6, 8, 13
20	5, 3, 4, 4, 4, 0, 6, 12, 8, 10, 12, 2, 0, 8, 0, 4, 6, 8, 12, 7, 2, 6, 10, 8, 5, 10, 6, 0, 8, 5, 7, 0, 0
21	2, 10, 1, 1, 8, 4, 4, 6, 10, 3, 7, 2, 5, 7, 4, 6, -2, 3, 6, 8, 4, 10, 4, 4, 1, 7, 3, 5, 6, 4, 6, 8, 2
22	0, 5, 6, 3, 2, 0, 7, 8, 4, 4, 7, 2, 0, 7, 5, 5, 2, 5, 0, 7, 1, 0, 7, 5, 1, 7, 0, 10, 6, 10, 5, 10, 3, 6

Варіанти	Вибірка часу обслуговування запитів на друк
23	10, 7, 8, 2, 5, 5, 1, 10, 4, 6, 1, 5, 2, 3, 8, 1, 8, 5, 4, 5, 6, 5, 6, 2, 5, 1, 8, 7, 4, 8, 7, 6, 10
24	5, 4, 5, 7, 7, 3, 3, 4, 5, 7, 10, 5, 8, 4, 8, 6, 10, 1, 1, 10, 3, 1, 7, 7, 2, -2, 1, 2, 4, 7, 8, 3, 2

6.2 Зразок розв'язання завдання

Вихідні дані утворюють такий масив:

0, 4, 3, 1, -2, 5, -2, 0, -2, 0, -3, 0, 7, -3, 5, -1, 5, 1, -1, 0, 6, -3, -1, 7, 7, 5, 3, -2, -2, -1, 5

Програма розв'язання завдання в Python наведена на рисунку 6.1

```

main.py x
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # Задані дані
5 data = [0, 4, 3, 1, -2, 5, -2, 0, -2, 0, -3, 0, 7, -3, 5, -1, 5, 1, -1, 0, 6, -3, -1, 7, 7, 5, 3, -2, -2, -1, 5]
6
7 # Створення емпіричної функції розподілу
8 usage
9 def empirical_distribution_function(data, x):
10     sorted_data = np.sort(data)
11     n = len(sorted_data)
12     count = np.searchsorted(sorted_data, x, side='right')
13     return count / n
14
15 # Розрахунок оцінок для математичного сподівання, середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації
16 mean = np.mean(data)
17 std_dev = np.std(data)
18 var_coefficient = std_dev / mean
19
20 # Побудова графіку емпіричної функції розподілу
21 x_values = np.sort(data)
22 y_values = [empirical_distribution_function(data, x) for x in x_values]
23
24 plt.step(x_values, y_values, where='post')
25 plt.xlabel('Значення')
26 plt.ylabel('Емпірична ймовірність')
27 plt.title('Емпірична функція розподілу')
28
29 # Виведення результатів
30 print(f"Математичне сподівання: {mean}")
31 print(f"Середньоквадратичне відхилення: {std_dev}")
32 print(f"Коефіцієнт варіації: {var_coefficient}")

```

Рисунок 6.1 – Програма розв'язання завдання в Python

Результати виконання завдання наведені на рисунку 6.2.

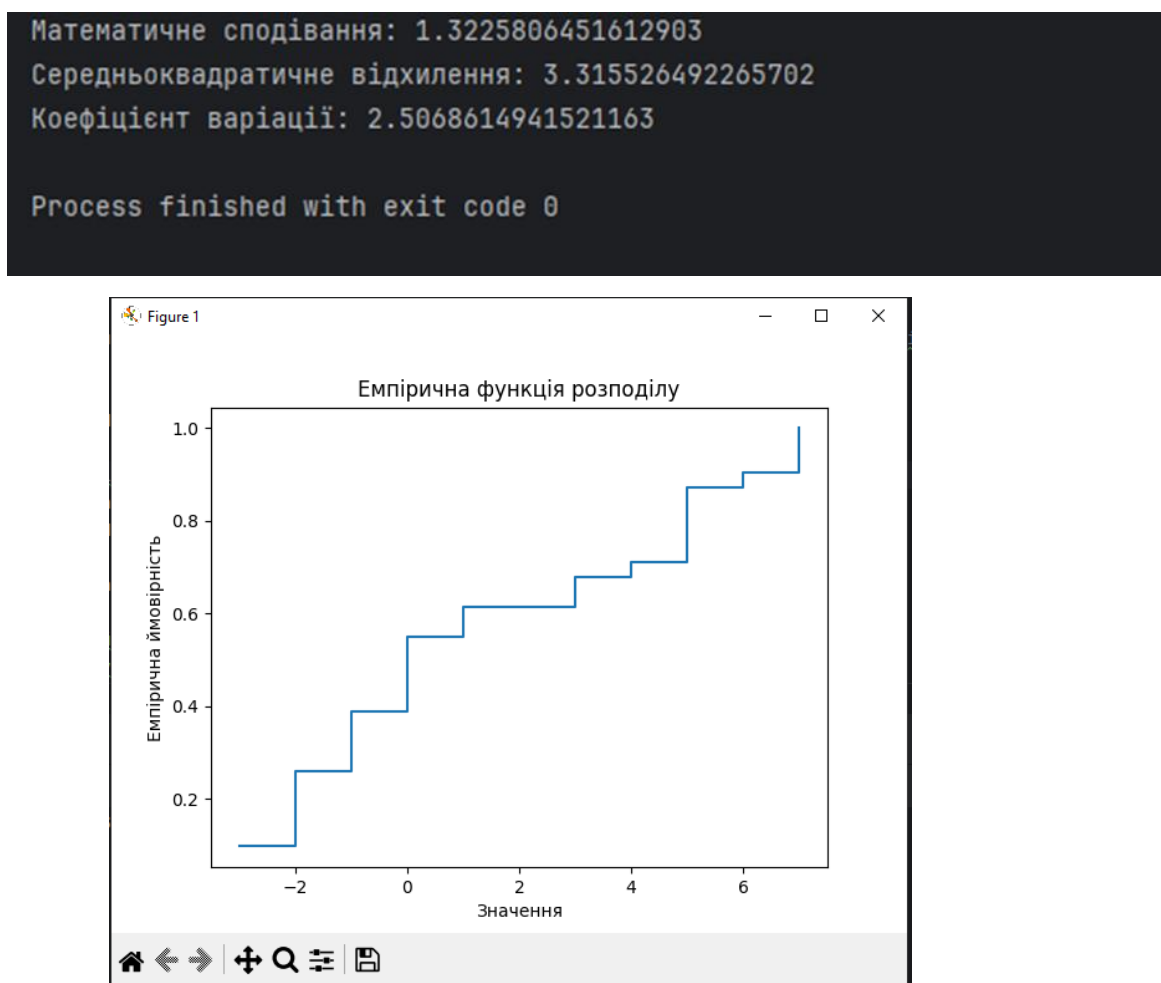


Рисунок 6.2 – Точкові оцінки та функція розподілу часу обслуговування

7 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ З ДИСКРЕТНИМИ СТАНАМИ

7.1 Завдання на практичне заняття

Система масового обслуговування функціонує в стохастичному режимі і може перебувати в чотирьох станах: $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$. Імовірнісний процес – марківський із дискретними станами та дискретним часом. Початковий стан марківського процесу в момент t_0 задається вектором $\|P(t_0)\| = \|p_1, p_2, p_3, p_4\|$. Матриця перехідних імовірностей має такий вигляд:

$$\|P\| = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} \end{bmatrix}.$$

Початкові ймовірності p_i та матриці перехідних ймовірностей p_{ij} за варіантами наведені в таблиці 7.1. Потрібно виконати такі завдання:

1. Записати в порожні осередки ймовірності.
2. Побудувати граф станів та переходів системи.
3. Знайти ймовірність стану системи в моменти часу: $t_0 + 1, t_0 + 2, t_0 + 3, t_0 + 4, t_0 + 5, t_0 + 6$. Побудувати їх графіки і знайти закономірності їхнього змінювання.
4. Знайти ймовірність стаціонарного стану. Порівняти з імовірностями на момент часу $t_0 + 10$.

Таблиця 7.1 – Варіанти завдання

1	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,4	0	0,6		0,1	0	0,4	0,5	0	0,5	0,4	0,1	0,2	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	0,4	0,2
2	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0	0,8		0,1	0,2	0,4			0,3	0,4	0,1	0,3		0,1	0,4	0,2		0,4	0,3
3	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0,4	0,2			0,2	0,4	0,2		0,3	0,3	0,2	0,3	0,2		0,4	0,3	0,2		0,3

4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0,4		0,3	0,3	0,1	0,3			0,2	0,3	0,2	0,3		0,2	0,3		0,2	0,1	0,3
5	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0,1		0,5	0,3	0,1	0,5		0,1		0,3	0,2	0,3		0,2	0,3	0,2	0,2		0,3
6	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0	0,2		0,5	0,3	0,1	0		0,2		0,3	0,2	0,4	0,1		0,3	0,2	0,2		0,3
7	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,1	0,2		0,1	0,3		0	0,4	0,2	0,1	0,2		0,4	0,1		0,3	0,3	0,2	0,1	
8	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,1	0,3		0,4	0,3	0,1		0,4	0,2	0,1	0,2		0,4	0,2	0,1		0,3	0,2	0,1	
9	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,1	0,1		0,1	0,1	0,5	0,2		0,3	0,1	0,2		0,4		0,1	0,3		0,2	0,1	0,3
10	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0		0	0,1	0,4		0,2	0,3	0,1	0,2		0,3	0,2	0,1	0,4	0,2		0,1	0,3
11	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0		0	0,1	0,4		0,2	0,3	0,1	0,2		0,3	0,2	0,1	0,4	0,2		0,1	0,3
12	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0	0,1		0,2	0,3	0,3		0,3	0,2		0,2	0,4	0,2	0,1		0,2	0,3		0,3
13	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,3	0,2		0,3	0,2	0,1	0,3		0,2	0,3	0,1		0,2	0,3	0,1		0,2	0,3		0,3
14	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,8	0,05		0,05	0,25	0,15	0,3		0,25	0,3	0,05		0,2	0,3	0,1		0,2	0,35		0,25
15	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,7	0		0	0,15	0,35		0,2	0,4	0,1	0,2		0,2	0,3	0,1	0,4	0,25		0,1	0,35

16	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0,2		0,1	0,15	0,45	0,2		0,3	0,15	0,25		0,4		0,1	0,3		0,25	0,15	0,3
17	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0	0,6		0,15	0	0,35	0,5	0	0,55	0,35	0,1	0,15	0,35		0,4	0,15	0,25	0,4	0,2
18	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0,3		0,05		0,25	0,35	0,2		0,25	0,3	0,15	0,25	0,2		0,35	0,3	0,2		0,3
19	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2		0,1	0,45	0,35	0,1	0,45		0,15		0,3	0,25	0,25		0,3	0,35	0,25	0,15		0,3
20	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,1	0,1		0,5	0,35	0,1	0,15		0,25		0,35	0,2	0,45	0,15		0,2	0,15	0,2		0,35
21	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,1	0,1		0,1	0,35		0,05	0,4	0,25	0,15	0,2		0,4	0,05		0,35	0,35	0,25	0,1	
22	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4	p_1	p_2	p_3	p_4
	0,2	0	0,8		0,1	0,2	0,4			0,3	0,4	0,1	0,3		0,1	0,4	0,2		0,4	0,3

7.2 Зразок розв'язання завдання

Зразок розв'язання завдання в Excel наведено на рисунку 7.1.

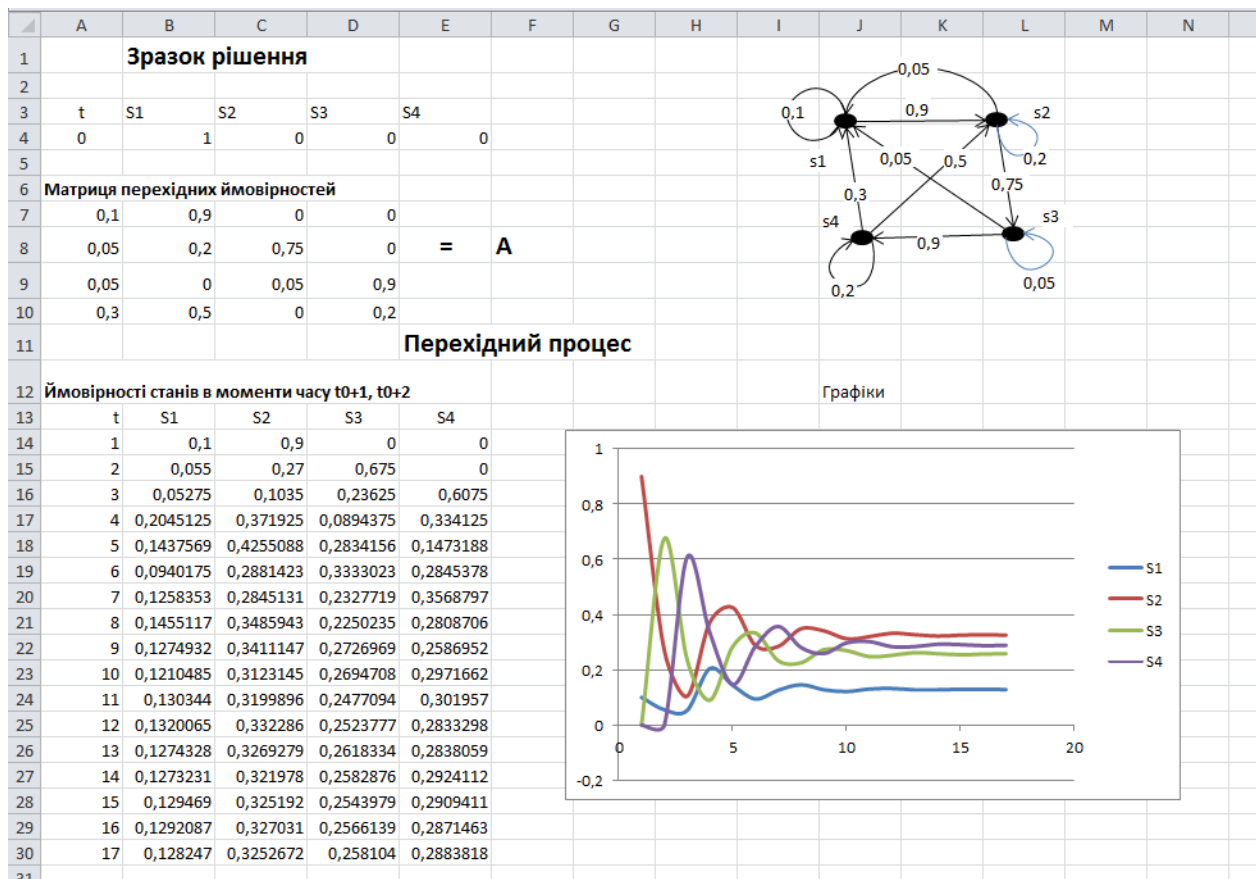


Рисунок 7.1 – Зразок розв’язання завдання

8 ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНОГО РЕЖИМУ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Для подання процесу функціонування систем масового обслуговування широко використовують графи. Кожен стан зображується у вигляді вершини графа; між вершинами позначаються дуги, що відображають можливість переходу системи з n -го стану в k -й за нескінченно малий інтервал Δt ; над дугами проставляють величини інтенсивностей переходів λ_{nk} . Такий граф прийнято називати графом станів і переходів, на підставі цього графа можна вивести диференціальні рівняння Колмогорова [1], які повністю описують поведінку системи як в перехідному так і в стаціонарному стані.

8.1 Завдання на практичне заняття

1. За графом станів та переходів скласти систему диференціальних рівнянь для ймовірностей станів.
2. Отримати аналітичний розв'язок системи.
3. Побудувати спільні графіки можливостей станів.
4. Сформулювати висновки

Варіанти завдання наведені в додатку В.

8.2 Зразок розв'язання завдання

Дано граф, який повністю описує поведінку деякої СМО (рис. 8.1).

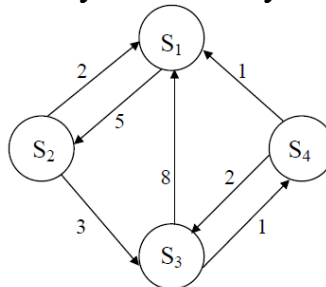


Рисунок 8.1— Граф станів і переходів систем масового обслуговування

Початкові умови:

$$p_1(0) = 1, \text{ відповідно, } p_2(0) = 0, p_3(0) = 0, p_4(0) = 0.$$

Складемо систему диференціальних рівнянь:

$$p_1'(t) = -5p_1(t) + 2p_2(t) + 8p_3(t) + 1 \cdot p_4(t),$$

$$p_2'(t) = -5p_2(t) + 5p_1(t),$$

$$p_3'(t) = -9p_3(t) + 3p_2(t) + 2p_4(t),$$

$$p_4'(t) = -3 \cdot p_4(t) + 1 \cdot p_3(t).$$

Розв'язок системи знаходять за допомогою системи Maple.

Робочий лист виглядає так (рис. 8.2):

```

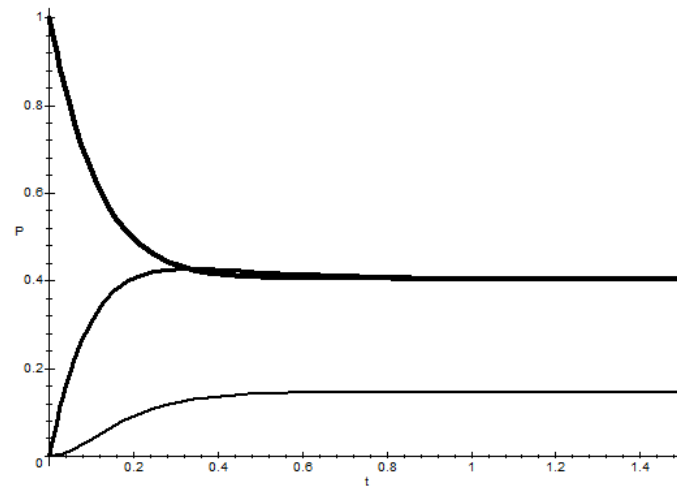
> restart;
>
Задание системы дифференциальных уравнений
> sys:=diff(p1(t),t)=-5*p1(t)+2*p2(t)+8*p3(t)+p4(t),
...diff(p2(t),t)=-5*p2(t)+5*p1(t),
...diff(p3(t),t)=-9*p3(t)+3*p2(t)+2*p4(t),
...diff(p4(t),t)=-3*p4(t)+p3(t);
sys:=∂p1(t)/∂t=-5 p1(t)+2 p2(t)+8 p3(t)+p4(t), ∂p2(t)/∂t=-5 p2(t)+5 p1(t), ∂p3(t)/∂t=-9 p3(t)+3 p2(t)+2 p4(t),
∂p4(t)/∂t=-3 p4(t)+p3(t)
Оформление системы как множества
> fcn:={p1(t),p2(t),p3(t),p4(t)};
fcn:={p2(t),p1(t),p3(t),p4(t)}
Решение системы дифференциальных уравнений совместно с начальными условиями
> s:=dsolve({sys,p1(0)=1,p2(0)=0,p3(0)=0,p4(0)=0},fcn);
> assign(s);
Вывод решения в неисполняемом формате
> p1(t):=evalf(p1(t),5);p2(t):=evalf(p2(t),5);p3(t):=evalf(p3(t),5);p4(t):=evalf(p4(t),5);
p1(t):=.025373 e(-3.0185 t)+.57137 e(-9.4914 t)cos(3.5544 t)+.14056 e(-9.4914 t)sin(3.5544 t)+.40321
p2(t):=.064078 e(-3.0185 t)+.40321-.46728 e(-9.4914 t)cos(3.5544 t)+.21336 e(-9.4914 t)sin(3.5544 t)
p3(t):=.0016716 e(-3.0185 t)+.14515-.14682 e(-9.4914 t)cos(3.5544 t)-.39066 e(-9.4914 t)sin(3.5544 t)
p4(t):=.0016716 e(-3.0185 t)+.14515-.14682 e(-9.4914 t)cos(3.5544 t)-.39066 e(-9.4914 t)sin(3.5544 t)
Формирование решения системы дифференциальных уравнений в исполняемых функциях
> P1:=unapply(p1(t),t);P2:=unapply(p2(t),t);P3:=unapply(p3(t),t);P4:=unapply(p4(t),t);
P1:=t→.025373 e(-3.0185 t)+.57137 e(-9.4914 t)cos(3.5544 t)+.14056 e(-9.4914 t)sin(3.5544 t)+.40321
P2:=t→.064078 e(-3.0185 t)+.40321-.46728 e(-9.4914 t)cos(3.5544 t)+.21336 e(-9.4914 t)sin(3.5544 t)
P3:=t→.0016716 e(-3.0185 t)+.14515-.14682 e(-9.4914 t)cos(3.5544 t)-.39066 e(-9.4914 t)sin(3.5544 t)
P4:=t→.0016716 e(-3.0185 t)+.14515-.14682 e(-9.4914 t)cos(3.5544 t)-.39066 e(-9.4914 t)sin(3.5544 t)
>

```

Рисунок 8.2 – Розв'язки завдання в системі Maple

Вывод графиков

```
>.plot([P1(t),P2(t),P3(t),P4(t)],t=0..1.5,color=black,thickness=[4,3,2,1],labels=['t','P']);
```



Продовження рисунка 8.2

Оформлення графіків для звіту (рис. 8.3).

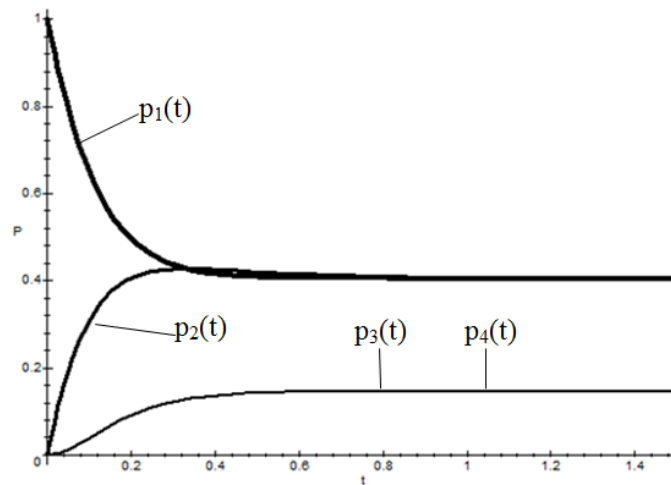


Рисунок 8.3 – Поведінка ймовірностей станів у часі

Формування висновків:

.....

.....

9 ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Загалом, система масового обслуговування функціонує в стаціонарному режимі, коли характеристики не залежать від часу. Для опису функціонування СМО при марківських потоках подій використовують граф станів і переходів, для якого можна скласти систему лінійних алгебраїчних рівнянь для ймовірностей станів.

Завдання

1. За графом станів та переходів скласти систему лінійних алгебраїчних рівнянь для ймовірностей станів.

2. Розв'язати цю систему в Python або Excel.

3. Сформулювати висновки.

Усі результати відобразити в документі з докладними коментарями, який надіслати на перевірку.

Варіанти завдання наведені в додатку В.

Зразок розв'язання завдання наведено в [1, с. 47].

10 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ З ВІДМОВАМИ

Процес функціонування досліджується автоматичною телефонною станцією, яка може забезпечити не більше п'яти переговорів одночасно. Заявка-виклик, що надійшла в той момент, коли всі канали зайняті, отримує відмову та залишає систему. У середньому на станцію надходить 0,8 викликів за хвилину, а середня тривалість одних переговорів дорівнює 1,5 хвилини. Для стаціонарного режиму функціонування системи необхідно визначити: а) ймовірність станів системи; б) можливість відмови; в) абсолютну та відносну пропускну здатність; г) середню кількість зайнятих каналів.

Як модель потрібно використовувати марківську систему масового обслуговування з відмовами.

Зразок розв'язання завдання наведено в [1, с. 78].

11 ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОЛІНІЙНИХ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ З ОБМЕЖЕНОЮ ЧЕРГОЮ

На приймальний офіс гарантійного ремонту комп'ютерної техніки у випадкові моменти надходять різні гаджети (процесори, монітори, сканери). Офіс має одне приміщення з трьома технологічними лініями ремонту. В офісі є невелике приміщення, де одночасно може перебувати, чекаючи на чергу, не більше трьох гаджетів.

Залежно від різновиду несправностей, наявності запасних частин і кваліфікації ремонтних робіт робочий час ремонту кожного гаджета витрачається випадково. Статистика ремонтного часу у цій майстерні довела, що його розподілено за показовим законом із середнім значенням $T_{\text{обсл}} = 2$ доби.

Несправна техніка в майстерню надходить із навколишніх будинків із середньою щільністю $\lambda = 2$ гаджетів на добу. Необхідно визначити:

- пропускну здатність офісу;
- середній час перебування гаджета в майстерні;
- середню кількість гаджетів, які чекають на ремонт.

Цікаво визначити, наскільки ці характеристики зміняться, якщо додати одну технологічну лінію ремонту гаджетів.

Зразок розв'язання завдання наведено в [1, с. 89].

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посіб. / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 162 с.
2. Литвинов А. Л. Вища та прикладна математика з елементами інформаційних технологій (теорія ймовірностей, математична статистика, математичне програмування, управління запасами) : навч. посіб. / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 228 с.
3. Ложковський А. Г. Теорія масового обслуговування в телекомунікація / А. Г. Ложковський. – Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова. – 112 с.
4. Litvinov A. Queuing system with bulk service as a model of SCTP protocol functioning» // A. Litvinov, V. Bredikhin // Комунальне господарство міст : наук.-техн. зб. Серія «Технічні науки та архітектура / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова ; відпов. ред. В. М. Бабаєв. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – Вип. 3. – № 184. – С. 23–28.
5. Litvinov A. Probabilistic Modeling of Bus Arbiters of Common Bus Interface / A. Litvinov // Concepts and use of technologies in practice : Abstracts of V Inter-national Scientific and Practical Conference, November 28–30, 2022. – London, Great Britain, 2022. – P. 235–236.

ДОДАТОК А

Варіанти вихідних даних до розділу 4

Варіант 1

46,2; 3,68; 13,0; 2,06; 46,2; 33,7; 24,4; 20,3; 20,1; 10,2; 15,1; 4,25; 66,0; 80,1; 6,38; 2,03; 16,4; 81,4; 13,6; 3,00; 17,9; 18,0; 8,00; 36,5; 2,95; 27,3; 22,1; 3,26; 6,00; 13,4; 10,5; 15,5; 12,0; 13,6; 34,7; 31,9; 0,670; 3,86; 43,4; 31,5; 42,0; 4,25; 16,0; 3,83; 22,8; 9,50; 6,91; 9,17; 11,9; 54,8; 39,6; 0,110; 2,61; 17,0; 29,3; 27,8; 18,0; 20,2; 17,1; 0,761; 8,51; 2,77; 2,00; 4,00; 36,1; 75,5; 86,7; 8,63; 57,3; 1,78; 38,4; 28,7; 0,0385; 30,0; 10,6; 10,8; 18,2; 26,3; 10,5; 3,78; 49,2; 2,40; 55,6; 36,5; 54,0; 55,0; 20,9; 1,55; 5,32; 31,7; 18,6; 76,6; 14,5; 4,83; 1,97; 27,5; 18,7; 13,8; 8,61; 20,3; 85,8; 10,8; 35,1; 24,2; 1,75; 5,18; 2,94; 25,8; 11,2; 37,4; 9,60; 0,993; 24,6; 41,2; 36,1; 3,25; 22,9; 29,1; 122,; 9,27; 17,4; 23,4; 8,25; 3,66; 19,9; 10,2; 20,5; 41,3; 8,95; 51,0; 25,1; 9,89; 20,0; 11,4; 17,2; 19,4; 9,33; 25,6; 2,78; 21,7; 0,882; 0,785; 9,74; 5,02; 12,7; 3,89; 3,15; 39,4; 18,7; 1,26; 37,9; 7,44; 73,6; 5,94; ,347; 54,4; 25,0; 19,8; 18,7; 52,9; 13,7; 30,6; 7,42; 1,73; 0,170; 1,22; 3,93; 24,3; 45,4; 25,3; 20,8; 0,838; 44,1; 68,3; 1,29; 40,9; 13,3; 18,4; 1,53; 24,4; 8,71; 2,63; 11,1; 1,32; 14,6; 26,5; 20,5; 2,44; 22,8; 42,9; 0,747; 60,2; 3,04; 10,3; 7,95; 17,7; 45,0; 7,44; 24,6; 18,7

Варіант 2

4,62; 2,53; 3,10; 7,73; 2,88; 5,86; 4,79; 3,21; 5,19; 7,77; 4,70; 4,82; 3,64; 7,89; 2,89; 5,17; 3,59; 5,30; 6,93; 2,39; 2,28; 2,50; 0,79; 7,25; 5,19; 7,42; 2,21; 0,32; 4,55; 3,96; 7,34; 4,56; 6,99; 2,84; 3,48; 5,54; 6,15; 7,36; 4,88; 1,77; 3,32; 4,66; 5,78; 0,28; 5,01; 3,52; ,12; 5,73; 3,14; 3,59; 5,86; 2,89; 10,2; 5,30; 6,09; 8,43; 1,93; 4,42; 2,78; 2,02; 5,37; 8,26; 1,98; 0,75; 4,26; 3,07; 6,90; 6,83; 4,45; 7,38; 5,17; 2,21; 1,92; 6,65; 2,47; 3,98; 1,73; 6,72; 6,14; 3,15; 3,45; 3,39; 2,10; 1,94; 4,75; 3,72; 5,16; 3,33; ,30; 5,80; 4,39; 4,58; 4,29; 5,93; 4,87; 2,67; 5,51; 4,86; 5,58; 5,38; 7,81; 5,12; 4,03; 2,94; 6,98; 1,16; 1,55; 2,92; 5,47; 1,59; 4,52; 5,50; 3,99; 4,19; 2,13; 0,99; 3,65; 0,37; 5,09; 4,25; 8,26; 6,03; 4,50; 7,25; 4,62; 5,38; 4,41; 2,88; -0,88; -0,56; 3,54; 2,25; 4,45; 3,05; 4,93; 2,97; 2,29; 5,76; 6,00; 1,31; 4,48; -1,29; 0,44; 6,01; 5,15; 2,26; 1,12; 2,60; 3,93; 1,77; 4,25; 6,33; 5,96; 1,05; 1,09; 3,55; 5,65; 7,69; 5,31; 3,49; 2,43; 4,57; 5,10; 3,30; 2,96; 8,21; 7,94; 5,32; 4,86; 6,85; 4,14; 2,24; 4,14; 6,17; 1,90; 2,17; 1,83; 9,86; 4,98; 6,87; 5,81; 5,77; 4,50; 0,26; -0,89; 2,68; 5,69; 6,92; 1,99; 4,55; 2,08; 2,43; 4,04; 2,35; 5,93; 2,37; 5,70; 0,74; 4,14; -0,83

Варіант 3

9,84; 2,95; 5,71; 9,17; 9,51; 10,2; 6,30; 4,12; 5,53; ,278; 5,78; 0,729; 3,15; 7,91; 6,82; ,667; 6,52; 1,43; 7,96; 3,07; 9,23; 0,0049; 4,13; 6,92; 10,2; 2,32; 8,88; 0,926; 6,27; 8,45; 4,48; 3,01; 8,73; 5,13; 7,83; 2,79; 4,45; 6,86; 7,48; 9,71; 3,98; 7,79; 4,72; 2,13; 1,90; 2,07; 6,22; 5,20; 1,22; 3,72; 10,2; 7,93; 9,94; 1,53; 5,70; 10,2; 1,41; 3,08; 2,13; 8,54; 4,21; 7,50; 8,99; 3,15; 6,97; 9,99; 4,30; 5,29; 5,62; 4,86; 9,04; 1,67; 2,91; 9,92; 1,50; 6,77; 8,84; 5,49; 0,807; 1,86; 9,73; 3,95; 4,62; 4,00; 3,01; 4,26; 9,72; 4,18; 3,57; 9,75; 4,67; 1,22; 1,87; 1,08; 1,27; 5,69; 9,34; 4,30; 0,189; 7,34; 4,26; 0,0326; 10,4; 2,33; 2,73; 9,38; 0,386; 6,99; 8,88; 7,79; 6,97; 5,63; 7,13; 10,0; 1,32; 2,04; 5,87; 5,38; 5,47; 8,12; 8,89; 9,01; 6,87; 6,25; 6,82; 8,59; 10,2; 3,01; ,421; 7,02; 2,77; 5,44; 1,93; 4,02; 5,48; 9,44; 2,80; 3,16; 6,11; 0,192; 7,18; 1,36; 1,95; 8,63; 7,28; 6,03; 2,32; 5,93; 9,00; 6,78; 6,53; 8,98; 3,55; 3,68; 6,53; 2,99; 5,02; 2,74; 7,49; 9,86; 6,39; 2,56; 3,17; 6,46; 10,1; 2,03; 4,83; 4,32; 9,21; 10,0; 2,90; ,189; 2,95; 0,895; 3,86; 6,35; 1,49; 6,87; 6,77; 5,88; 9,61; 7,79; 9,38; 5,75; 3,29; 0,561; 2,44; 7,31; 2,89; 9,87; 1,59; 10,1; 9,49; 10,0; 7,93; 6,32; 4,64; 9,63; 0,413; 6,13

Варіант 4

4,88; 7,05; 12,3; 12,6; 0,952; 9,32; 10,3; 10,3; 12,6; 9,54; 3,46; 11,5; 12,6; 0,176; 9,81; 4,23; 6,58; 13,5; 2,70; 2,62; 6,94; 2,43; 4,28; 6,21; 0,872; 5,07; 6,63; 13,9; 6,62; 0,0322; 8,74; 10,9; 7,70; 1,71; 7,84; 7,70; 14,9; 12,9; 11,7; 2,58; 8,64; 13,5; 4,71; 10,6; 2,60; 13,4; 13,6; 14,9; 9,38; 7,92; 8,82; 14,6; 0,856; 0,400; 0,758; 12,5; 1,02; 8,96; 1,37; 13,8; 9,32; 8,42; 1,06; 12,6; 7,12; 7,98; 12,6; 10,9; 8,43; 3,33; 13,6; 12,3; 13,3; 5,72; 11,2; 1,21; 14,2; 6,62; 10,9; 10,3; 12,0; 11,6; 14,6; 14,2; 9,10; 11,0; 13,8;

5,32; 12,1; 11,2; 14,7; 0,119; 5,76; 0,735; 6,56; 2,08; 14,6; 12,8; 3,56; 1,92; 10,6; 3,45; 11,7; 5,14; 1,60; 12,6; 3,84; 3,24; 13,8; 11,4; 3,66; 14,3; 3,48; 12,7; 4,68; 10,3; 14,7; 13,1; 15,0; 10,2; 5,30; 5,68; 9,56; 1,23; 10,1; 4,29; 3,69; 13,4; 9,99; 5,64; 0,898; 10,5; 8,70; 2,91; 12,8; 7,64; 8,08; 8,82; 8,10; 8,90; 13,5; 13,8; 14,2; 12,3; 4,88; 0,876; 2,67; 7,47; 4,23; 1,86; 9,33; 8,08; 0,796; 13,3; 11,6; 0,411; 10,4; 13,2; 5,04; 11,8; 5,20; 3,50; 2,98; 6,51; 8,78; 6,98; 1,35; 7,94; 5,08; 7,42; 5,13; 10,1; 0,435; 4,17; 4,78; 7,86; 13,7; 0,250; 10,9; 13,4; 0,567; 0,0774; 1,35; 15,0; 7,54; 1,33; 3,68; 9,46; 2,20; 12,8; 10,7; 9,68; 11,1; 5,28; 14,4; 10,1; 14,6; 11,6; 6,36; 6,21

Варіант 5

6,78; 3,80; 3,30; 6,34; 4,34; 6,19; 5,34; 5,57; 2,82; 5,63; 5,61; 4,00; 2,43; 2,55; 4,92; 3,30; 3,11; 5,98; 5,02; 8,18; 4,80; 2,15; 6,10; 4,95; 4,60; 8,58; 2,29; 0,87; 7,67; 6,27; 11,8; 4,51; 3,91; 6,17; 7,07; 5,14; 4,60; 2,86; 7,12; 7,0; 6,38; 7,06; 3,79; 2,92; 4,72; 1,57; -2,42; 4,06; 3,30; 4,25; 1,94; 4,20; 3,52; 4,90; 5,43; -0,40; 6,19; 5,27; 4,85; 4,03; 4,80; 4,90; 4,91; 3,43; 1,44; 2,83; 5,01; 6,10; 7,27; -4,39; 3,08; 3,16; 3,53; 4,26; 3,09; 4,97; 4,19; 2,76; 2,49; 6,71; -0,02; 8,60; 4,74; 3,54; 3,21; 4,10; 4,06; 5,64; 2,82; 3,86; 3,30; 2,47; 3,24; 3,98; 6,55; 5,13; 2,23; 4,46; 4,11; 5,02; 7,98; 1,64; 5,70; 1,36; 7,73; 3,13; 7,72; 4,32; 3,65; 4,38; 8,69; 4,33; 4,57; 6,15; 1,77; 4,92; 3,70; 7,24; 2,94; 2,31; 5,38; 2,77; 4,03; 4,64; 5,73; -1,38; 1,85; 2,94; 5,94; 3,56; 3,80; 1,26; 4,51; 9,12; 2,72; 5,13; 2,89; 7,21; 6,70; 9,7; 4,71; 5,89; 2,02; 4,34; 1,75; 5,00; 5,11; 7,72; 2,33; 5,98; 3,46; 2,02; 2,42; 2,54; 7,40; 5,49; 5,83; 2,55; 2,16; 3,66; 4e-1; 3,89; 5,67; 2,91; 5,31; 2,20; 5,08; 4,20; 2,82; 2,14; 6,21; 6,36; 7,06; 4,73; 2,87; 4,64; 6,08; 5,93; 7,18; 1,63; 1,20; 1,73; 1,95; 5,54; 5,87; 4,46; 3,48; 6,25; 3,06; 8,04; 4,52; 7,89; 7,22; 5,63; 1,48; 3,05; 6,45; 3,59; 3,67; 6,38

Варіант 6

2,45; 9,5; 5,28; 0,74; 4,81; 9,49; 5,12; 4,49; 0,353; 4,48; 0,52; 2,26; 4,5; 10,7; 0,618; 8,7; 1,38; 5,05; 7,11; 4,28; 7,76; 6,91; 5,4; 4,21; 5,47; 10,6; 7,15; 1,84; 3,96; 3,22; 7,01; 5,16; 10,5; 9,34; 5,25; 5,71; 6,66; 7,95; 0,548; 3,67; 2,58; 5,52; 5,34; 0,565; 3,29; 8,5; 1,46; 9,39; 6,23; 7,29; 10,1; 8,01; 2,81; 9,45; 1,76; 1,5; 3,16; 2,13; 10,6; 10,8; 5,54; 3,55; 6,6; 6,41; 0,0164; 9,08; 4,25; 6,51; 0,44; 0,262; 2,26; 3,24; 2,55; 2,75; 3,85; 1,34; 1,36; 8,27; 10,8; 12; 5,03; 7,47; 8,2; 5,74; 4,51; 7,42; 4,14; 10,2; 0,597; 8,49; 8,01; 0,6; 1,94; 3,23; 5,88; 0,79; 2,36; 9,8; 2,9; 5,78; 9,92; 1,54; 6,04; 5,91; 8,47; 8,03; 7,8; 5,2; 6,19; 1,73; 5,79; 0,505; 3,9; 8,99; 7,85; 9,96; 3,34; 5,49; 5,13; 4,9; 8,39; 5,51; 5,57; 3,01; 3,67; 7,45; 10,9; 2,86; 0,454; 10,9; 9,69; 5,7; 8,13; 5,81; 10; 10,3; 1,05; 0,923; 8,17; 1,64; 2,4; 7,1; 8,57; 0,91; 7,39; 6,27; 5,18; 6,63; 4,46; 2,77; 4,49; 3,8; 10,1; 5,37; 8,05; 8,17; 9,16; 7,61; 7,4; 7,68; 7,4; 9,65; 1,36; 7,38; 1,1; 2,08; 0,27; 9,53; 5,21; 7,36; 1,18; 9,15; 3,98; 5,54; 5,91; 4,51; 2,35; 0,265; 2,33; 9,68; 7,07; 3,59; 4,65; 10,3; 10,3; 7,93; 0,945; 6,92; 10,6; 6,56; 10,8; 0,884; 8,08; 2,24; 1,22; 4,56; 7,04; 10,3; 9,12; 10,6;

Варіант 7

5,14; 43,0; 23,5; 58,3; 35,9; 13,4; 16,2; 0,867; 9,23; 5,64; 20,3; 1,51; 35,0; 35,5; 28,4; 3,05; 16,4; 3,19; 30,0; 19,5; 3,16; 9,74; 19,4; 37,5; 14,8; 20,0; 13,7; 6,51; 30,1; 0,933; 29,0; 46,9; 35,7; 9,71; 19,5; 30,1; 9,74; 19,3; 20,2; 18,7; 15,2; 10,4; 6,12; 10,6; 42,5; 8,90; 31,0; 8,01; 13,0; 26,1; 0,03; 2,66; 53,7; 2,94; 9,48; 1,18; 6,95; 24,3; 36,8; 27,9; 64,8; 12,9; 15,4; 18,2; 8,04; 16,0; 2,93; 12,8; 22,6; 9,96; 90,4; 12,1; 12,3; 14,6; 22,5; 34,8; 33,5; 14,1; 0,131; 37,5; 0,0186; 40,2; 47,4; 21,4; 1,66; 40,0; 37,0; 3,75; 17,2; 17,8; 13,0; 25,7; 1,70; 55,1; 3,96; 19,5; 32,3; 4,03; 6,40; 0,786; 2,72; 12,9; 16,0; 4,18; 15,5; 20,5; 10,3; 10,2; 10,8; 8,70; 3,99; 15,3; 21,3; 14,5; 26,0; 27,4; 18,6; 32,9; 52,0; 31,1; 9,37; 2,09; 24,4; 0,992; 10,6; 14,7; 6,65; 3,91; 6,34; 14,6; 27,4; 6,73; 3,31; 43,3; 12,0; 84,4; 47,3; 44,0; 2,72; 103,0; 27,4; 57,0; 2,67; 27,5; 14,9; 40,9; 18,4; 0,697; 31,2; 1,05; 21,0; 3,49; 17,1; 21,2; 31,5; 26,4; 21,6; 0,799; 43,9; 49,2; 22,2; 38,5; 0,036; 3,89; 1,28; 17,4; 5,19; 36,7; 19,7; 16,3; 7,26; 9,74; 10,2; 10,4; 35,2; 8,19; 7,44; 4,67; 7,33; 0,095; 22,3; 70,4; 2,76; 0,093; 13,7; 18,7; 0,678; 6,36; 0,348; 5,99; 47,1; 3,19; 6,73; 29,4; 2,48; 18,9; 3,90; 9,40; 3,37; 13,5

Варіант 8

6,25; 6,10; 0,68; 4,30; 4,64; 3,42; 5,92; 3,75; 4,81; 3,58; 2,96; 4,37; 5,01; 5,39; 3,03; 4,69; 6,39; 1,78; 6,48; 3,21; 7,84; 2,09; 3,56; 3,91; 4,42; 1,14; 2,49; 4,10; 5,02; 2,41; 3,16; 7,29; 6,84; -0,83; 3,60; 1,56; 3,64; 4,24; 4,13; 2,17; 2,40; 6,45; 1,59; 6,35; 6,82; 2,04; 2,66; 5,78; 2,71; 2,07; 6,95; 1,96; 3,06; 4,29; 4,91; 2,78; 4,64; 5,04; 5,11; 8,18; 8,19; 3,70; 5,78; 4,00; 1,44; 6,87; 4,02; 8,64; 7,04; 2,67; 2,99; 1,12; 3,33; 5,66; 10,5; 6,64; 5,81; 7,05; 9,27; 8,13; 1,34; 2,30; 6,97; 7,07; 4,83; 7,54; 2,10; 2,07; 5,60; 10,3; 3,31; 7,43; 6,94; 2,29; 3,37; 1,53; 6,98; 6,06; 6,41; 6,26; 7,42; 5,45; 6,05; 4,65; 6,00; 6,25; 3,55; 4,44; 7,83; 9,11; 4,57; 8,35; 2,96; 4,95; 3,57; 4,88; 10,3; 8,90; 3,95; 2,31; 3,76; 6,21; 3,88; 4,59; 2,75; 5,64; ,52; 3,66; 3,11; 7,97; 6,25; 1,63; 4,75; 3,46; 8,60; 2,41; 3,50; 2,85; 6,77; 4,49; 6,57; 3,46; 4,34; 1,58; 6,25; 1,91; 7,10; 6,15; 3,98; 5,16; 4,31; 3,18; 8,52; 5,25; 1,27; 7,00; 3,69; 2,57; 5,23; 6,50; 7,38; 5,61; 3,54; 9,81; 5,90; 4,32; 2,72; 2,70; 6,30; 0,34; 5,17; 2,71; 1,34; 3,18; 3,47; 5,50; 3,68; 5,98; 8,48; 3,85; 1,14; 6,66; 6,78; 5,94; 4,56; 3,64; 3,83; 5,58; 1,56; 4,79; 7,61; 4,45; 5,65; 0,86; 2,09; 6,76; 3,68; 5,87; 3,07; 3,88

Варіант 9

3,35; 10,9; 10,2; 8,33; 5,31; 7,91; 1,10; 7,42; 11,3; 2,42; 2,60; 1,58; 2,21; 7,64; 2,22; 1,43; 5,68; 10,9; 2,12; 6,64; 11,2; 1,24; 8,96; 1,41; 1,56; 4,28; 1,66; 5,26; 0,756; 1,67; 6,76; 6,51; 3,81; 0,705; 10,2; 3,63; 10,8; 7,49; 0,672; ,269; 11,0; 8,81; 3,60; 7,16; 11,3; 8,28; 5,37; 0,838; 8,35; 5,27; 6,27; 10,2; 0,821; 5,12; 4,57; 5,55; 0,830; 1,66; 9,38; 8,53; 6,73; 0,976; 0,404; 7,20; 7,36; 0,181; 9,04; 4,06; 2,23; 11,5; 6,07; 10,7; 4,00; 6,75; 4,17; 9,88; 4,93; 4,22; 10,1; 0,888; 10,9; 3,19; 10,8; 10,8; 1,22; 7,88; 5,09; 6,10; 11,2; 0,143; 5,26; 8,33; 7,53; 4,84; 8,42; 10,0; 3,54; 9,14; 6,95; 8,35; 9,52; 2,53; 3,12; 1,45; 2,88; 5,78; 1,30; 6,05; 4,99; 9,76; 3,36; 2,61; 0,745; 2,50; 1,51; 1,58; 2,83; 8,28; 6,64; 5,58; 6,01; 4,78; 9,81; 4,43; 1,93; 6,30; 4,89; 9,34; 6,68; 11,1; 11,4; 8,83; 6,81; 2,89; 9,75; 5,09; 0,854; 9,79; 4,15; 10,5; 2,56; 8,03; 2,07; 2,06; 10,6; 0,906; 3,27; 2,93; 5,13; 4,20; 7,95; 2,52; 9,19; 8,49; 3,19; 3,52; 1,51; 3,90; 10,5; 2,92; 10,2; 5,69; 8,02; 7,29; 9,30; 5,26; 6,83; 1,71; 3,88; 4,92; 1,71; 1,87; 3,43; 7,37; 4,52; 7,80; 10,7; 8,62; 4,57; 6,53; 9,66; 2,82; 11,0; 6,76; 7,39; 11,0; 3,29; 11,3; 1,29; 3,51; 11,1; 3,76; 7,21; 6,06; 11,0; 0,136; 2,76; 6,04; 4,36; 1,29

Варіант 10

10,5; 0,371; 2,08; 0,593; 0,241; 14,4; 2,24; 5,25; 35,5; 0,538; 42,7; 24,2; 3,33; 15,4; 37,6; 18,3; 1,41; 2,58; 8,53; 14,0; 18,8; 21,2; 6,84; 3,02; 0,962; 25,9; 11,4; 21,1; 21,3; 0,649; 16,2; 8,40; 21,5; 10,0; 28,7; 7,34; 19,1; 14,0; 15,4; 1,11; 7,23; 1,61; 4,19; 10,3; 18,6; 9,41; 15,9; 52,4; 36,9; 23,1; 53,6; 31,9; 16,9; 22,0; 9,11; 24,9; 5,53; 2,34; 12,0; 10,8; 20,7; 0,712; 5,52; 8,91; 2,18; 4,12; 54,5; 2,11; 2,88; 4,81; 17,4; 79,8; 38,1; 7,00; 25,6; 0,568; 19,3; 9,72; 9,86; 36,7; 26,3; 25,2; 16,1; 1,02; 10,4; 32,7; 4,58; 29,7; 1,88; 60,3; 10,6; 1,57; 3,19; 24,0; 13,8; 30,3; 14,8; 4,41; 0,746; 31,8; 16,2; 3,13; 19,5; 1,47; 22,5; 15,8; 2,28; 5,19; 57,0; 11,6; 15,6; 1,36; 4,99; 6,71; 20,6; 15,3; 4,28; 5,47; 4,57; 7,08; 36,9; 5,60; 30,5; 3,17; 40,0; 15,1; 27,2; 9,16; 7,83; 1,09; 15,9; 18,4; ,163; 32,0; ,801e-1; 21,0; 0,012; 12,6; 13,3; ,519; 35,8; 11,7; 65,0; 18,8; 1,54; 40,0; 6,40; 4,53; 10,6; 1,70; 13,3; 47,1; 4,73; 27,4; 27,4; 49,6; 8,16; 81,5; 31,6; 69,0; 14,4; 21,1; 12,0; 15,3; 4,09; 21,1; 1,24; 10,9; 16,4; 2,44; 1,94; 34,6; 1,09; 0,388; 11,4; 27,5; 71,8; 5,81; 3,20; 0,836; 36,3; 20,6; 7,88; 7,30; 21,3; 6,17; 18,7; 17,6; 1,12; 12,9; 0,682; 37,7; 33,4; 7,61; 31,9; 25,6; 0,705; 14,8; 3,81; 5,26

Варіант 11

9,01; 3,94; 7,34; 6,12; 3,03; 3,66; -0,28; 3,92; 4,07; ,78; 6,78; 3,46; 5,56; 3,31; 5,98; 7,67; 8,74; 7,80; 2,74; 7,38; 7,52; 7,41; 5,75; 4,04; 1,74; 0,92; 4,00; 2,61; 2,35; 4,27; 6,72; 4,26; 0,63; 6,69; 3,97; 8,95; 2,14; 5,17; 5,37; 1,55; 0,14; 2,94; -0,04; 2,71; 3,58; 7,57; 2,45; 3,78; 4,56; ,99; 3,48; 8,28; 4,88; 2,84; 0,16; ,92; 6,88; 5,98; 4,00; 5,20; 2,40; 5,25; 3,79; 7,21; 3,43; 9,54; 6,70; 3,92; 5,27; 4,24; 5,62; 3,56; 3,61; 5,94; 6,70; 3,03; 0,42; 5,48; 4,68; 1,59; 4,56; 1,80; 3,49; 6,11; 5,37; 7,00; 5,18; 5,76; 5,45; 2,06; 9,14; 6,55; 3,22; 5,09; 4,81; 8,17; 3,76; 3,97; 4,42; 4,75; 3,86; 3,53; 4,34; 5,33; 6,72; 4,54; 6,05; 6,09; 7,31; 5,89; 4,42; 4,01; 2,90; 6,01; 7,76; 4,01; 8,17; 4,31; 4,49; 3,39; 4,79; 6,33; 5,37; 7,51; 7,79; 4,89; 3,41; 4,26; 6,08; 1,07; 3,60; 4,97; 6,43; 4,36; 2,18; 6,08; 7,62; 3,45; 4,39; 4,74; 4,76; 3,68; 4,46; 7,56; 2,86; 2,61; 2,54; 2,38; 7,83; 3,62; 4,58; 4,81; 3,96; 5,08; 2,79; 4,40; 5,72; 2,94; 2,90; 3,95; 3,55; 5,07;

5,83; 2,30; 5,68; 4,30; 5,18; 4,23; 1,35; 3,63; 4,62; -0,88; ,69; 3,00; 2,02; 4,32; 4,35; ,93; 6,76; 2,60; 4,56; 3,94; 3,43; 6,48; 2,74; 2,85; 2,68; 5,44; 9,61; 4,16; 6,33; 4,79; 4,61; 3,35; 6,15; 3,59; 3,74; 2,01; 8,14; 7,56

Варіант 12

6,92; 2,72; 9,83; 3,11; 3,12; 4,07; 0,636; 1,22; 6,96; 4,03; 11,1; 9,72; 3,83; 4,24; 8,26; 7,38; 8,83; 11,7; ,431; 10,1; 6,67; 4,02; 2,23; 8,48; 4,74; 5,12; 6,07; 10,2; ,318; 10,2; 5,62; 3,97; 0,157; 0,994; 10,8; 11,3; 8,30; 6,40; 0,432; 5,59; 1,01; 5,20; 9,32; 5,30; 4,01; 0,725; 6,30; 10,2; 3,83; 2,78; 11,4; 8,18; 3,74; 9,16; 4,93; 6,68; 7,98; 9,22; 4,10; 7,86; 9,46; 8,64; 2,63; 10,4; 5,34; 9,98; 6,82; 11,1; 4,03; 0,946; 3,14; 2,09; 8,78; 4,04; 12,0; 7,90; 1,27; 4,21; 7,31; 0,760; 8,02; 4,00; 2,98; 7,54; 2,82; 8,53; 1,21; 5,22; 4,32; 0,011; ,845; 8,32; 7,80; 10,5; 1,70; 11,4; 10,1; 2,38; 4,39; 2,50; 11,8; 7,64; 0,930; 0,840; 7,69; 4,87; 8,34; 3,95; 11,5; 7,01; 2,87; 5,00; 5,03; 11,1; 2,21; 8,36; 4,92; 0,722; 12,0; 1,49; 5,63; 4,52; 7,10; 6,01; 7,14; 9,55; 7,03; 0,311; 11,7; 11,2; 2,53; 5,32; 10,8; 6,00; 8,48; 0,193; 7,61; 11,5; 10,2; 7,32; 6,29; 1,94; 5,05; 3,55; 0,953; 1,82; 6,73; 5,78; 1,14; 0,979; 2,82; 7,76; 6,41; 2,71; 1,80; 2,70; 1,96; 3,31; 8,46; 5,95; 4,73; 11,8; 1,27; 9,67; 11,4; 3,11; 9,36; 1,87; 5,81; 2,41; 0,318; 7,22; 4,84; 8,77; 2,36; 10,8; 11,1; 7,80; 0,841; 5,70; 4,60; 7,94; 9,77; 7,03; 2,24; 9,05; 5,26; 11,9; 9,64; 8,59; 11,4; 10,3; 5,87; 2,33; 0,318; 7,21; 4,25; 6,26; 3,90; 9,28

Варіант 13

3,16; 9,37; 8,71; 16,2; 19,1; 12,8; 0,012; 2,64; 29,6; 4,05; 9,08; 16,2; 10,7; 57,7; 12,3; 13,7; 44,4; 1,52; 9,13; 38,8; 13,4; 3,65; 37,8; 8,91; 29,4; 0,063; 23,7; 29,8; 10,7; 43,4; 8,89; 8,40; 23,5; 34,6; 1,66; 13,2; 19,2; 13,5; 39,4; 1,15; 8,87; 42,7; 11,1; 36,6; 33,6; 16,6; 26,7; 0,968; 51,4; 19,7; 0,348; 4,22; 15,7; 1,39; 8,61; 1,82; 5,14; 8,95; 0,869; 11,8; 5,44; 12,7; 4,08; 8,95; 4,46; 7,47; 50,8; 1,20; 20,5; 45,4; 17,9; 1,55; 12,5; 78,4; 16,3; 8,17; 16,2; 24,5; 24,2; 31,6; 7,16; 12,3; 2,82; 10,1; 24,9; 25,4; 15,9; 1,27; 6,08; 20,6; 64,5; 12,9; 4,56; 29,0; 44,0; 8,99; 14,8; 9,67; 8,16; 4,09; 15,0; 57,9; 3,45; 14,2; 21,1; 42,7; 5,48; 15,1; 0,108; 22,3; 2,30; 24,0; 7,27; 59,0; 76,0; 10,8; 0,143; 19,9; 26,2; 23,6; 5,16; 4,58; 1,93; 57,7; 25,7; 3,11; 2,73; 16,1; 8,95; 18,8; 51,6; 0,490; 0,737; 28,0; 1,77; 0,340; 0,376; 7,21; 4,93; 9,90; 42,5; 17,5; 25,5; 7,92; 32,2; 16,5; 17,1; 36,3; 14,5; 38,4; 36,5; 13,4; 9,78; 21,3; 2,13; 2,46; 4,64; 2,31; 46,0; 11,4; 31,3; 5,33; 9,75; 7,94; 9,66; 8,07; 26,7; 18,1; 6,12; 37,2; 21,5; 18,3; 16,4; 11,7; 33,2; 71,0; 16,8; 6,58; 32,8; 14,9; 0,168; 6,71; 10,9; 2,28; 11,0; 6,32; 34,6; 3,85; 23,6; 93,6; 20,0; 9,49; 9,93; 34,3; 2,54; 10,6; 15,3; 8,17; 12,9; 79,6

Варіант 14

5,15; 7,30; 5,24; 3,96; 3,62; 4,92; 1,48; 1,68; 4,54; 4,74; 2,61; 3,72; 6,94; 4,53; 6,46; 6,78; 6,06; 1,54; ,24; 2,91; ,98; 5,89; 7,35; 6,26; 2,80; 5,19; 5,86; 4,30; 5,32; 1,20; 3,07; 3,04; 3,37; 3,60; 6,10; 6,37; ,83; 2,73; 2,71; 7,61; 7,89; 5,99; 5,56; 5,86; 1,51; 2,83; 3,39; 6,95; 2,95; 4,14; 3,09; 5,65; 2,58; 5,79; 4,07; 1,36; 5,45; 4,26; 2,24; 4,56; 4,50; 4,59; 5,16; 3,68; 6,14; 3,97; 2,63; 4,52; 6,79; 6,41; -3,26; 7,60; 3,57; 5,76; 3,70; 7,22; 2,32; 3,17; 5,29; 4,84; 7,78; 0,85; 3,33; 3,03; 6,69; 4,59; 6,66; 9,16; 2,13; 6,11; 2,88; 1,36; 9,11; 1,58; 3,78; 9,46; 5,67; 3,64; 7,19; 7,52; 3,37; 7,32; 1,85; 1,44; 3,03; 6,86; 0,87; 5,80; -0,06; 1,90; 5,98; 2,74; 5,24; 3,55; 7,98; 9,49; 9,51; 5,68; 5,01; 3,39; 2,99; 6,43; ,26; 5,70; 3,18; 3,59; 1,92; 6,12; 1,81; 2,16; 5,60; 2,73; 7,47; 2,74; 4,32; 4,92; 2,01; 6,55; 2,25; 3,72; 3,26; 2,58; 5,19; 4,92; 3,28; 4,75; 3,14; 7,38; 5,52; 4,64; 1,96; 4,09; 3,82; 3,92; 3,45; 3,79; 2,46; 7,42; 5,92; 1,86; 1,60; 3,35; 4,67; 3,18; 5,66; 4,90; 3,35; 2,02; 0,66; 4,05; 5,83; 6,82; 4,74; 8,96; 6,23; 2,40; 3,10; 6,03; 3,81; 2,93; 5,85; 9,74; 3,61; 2,54; 7,77; 6,04; 7,02; 5,25; 7,80; 4,53; 8,02; 0,95; 7,56; 6,78; 5,40; 3,32; 3,88; 4,06; 2,56; 4,58

Варіант 15

9,42; 5,55; 9,98; 1,14; 7,11; 9,26; 5,21; 3,20; 8,32; 10,9; 1,91; 5,94; 1,51; 1,02; 3,28; 3,45; 3,29; 12,4; 3,94; 2,56; 11,2; 5,28; 12,0; 7,58; 8,45; 9,14; 3,58; 10,6; 6,09; 1,69; 3,89; 12,1; 9,15; 6,91; 5,45; 7,02; 4,88; 6,50; 5,91; 9,42; 9,29; 2,59; 7,69; 12,3; 9,28; 9,84; 11,2; 1,62; 7,99; 12,0; 4,31; ,995; 4,28; ,412; 11,2; 4,15; 1,54; 11,8; 7,32; 7,72; 3,50; 11,2; 3,24; 5,19; 5,12; 1,22; 4,11; 11,5; 6,48; 9,19; 5,85; 3,51; 10,4; 11,0; 2,10; 5,14; 3,32; 4,49; 4,88; 2,60; 9,44; 12,2; 10,2; 8,44; 3,80; 6,98; 5,12; 11,2; 10,5;

10,8; 6,31; 4,98; 12,1; 2,21; ,121; 10,9; 9,64; 4,79; 2,42; 8,52; 10,8; 3,72; ,684; 4,01; 3,42; 2,89; 11,2; 2,64; 2,38; 2,49; ,120; 1,80; 8,54; 2,38; ,425; 11,9; 10,3; 3,12; 4,52; 1,16; 4,59; 9,30; 2,20; 2,49; 11,2; 9,49; 9,88; 5,95; 7,70; 4,28; 8,05; 12,0; 9,10; ,275; 2,05; 8,02; 4,14; 3,31; 3,38; 1,60; 3,51; ,651e-1; 4,74; 1,49; 11,9; ,492; 11,3; 8,62; 1,01; 7,09; ,925; ,871; 8,46; 10,3; 2,21; 9,02; 2,81; 6,72; 9,81; 4,75; 6,95; 5,24; 4,02; 5,85; ,478; 4,91; 8,91; 10,0; 12,2; 8,99; 12,3; 1,65; 7,60; 9,61; 2,76; 3,26; 3,41; 9,61; 8,42; 12,0; 3,86; 3,48; 3,21; 7,92; 7,50; 11,6; 9,12; 11,2; 10,2; 7,11; 7,45; 12,0; 4,04; 5,96; 3,10; 10,4; 3,65; 9,39; 5,18; 1,21

Варіант 16

10,0; 18,4; 21,5; 9,54; 0,150; 4,53; 19,1; 20,8; 30,3; 10,0; 3,76; 13,4; 8,28; 0,933; 4,30; 50,2; 16,5; 11,0; 1,88; 6,81; 11,7; 3,71; 7,80; 13,6; 25,3; 6,50; 5,73; 51,6; 11,9; 70,6; 34,3; 0,722; 3,40; 4,84; 64,8; 17,7; 22,2; 29,9; 56,8; 1,23; 22,6; 10,5; 3,27; 5,37; 1,46; 7,59; 7,53; 6,27; 37,3; 5,70; 22,1; 43,0; 1,63; 31,8; 16,9; 41,8; 1,31; 0,260; 11,9; 50,7; 4,71; 28,5; 29,6; 54,5; 13,6; 49,5; 26,4; 0,132; 10,8; 16,9; 7,17; 5,14; 7,46; 8,08; 22,1; 31,1; 6,24; 18,5; 12,5; 3,28; 3,41; 14,2; 11,5; 3,99; 30,1; 0,808; 7,10; 0,903; 15,5; 22,4; 0,310; 23,2; 19,9; 1,51; 17,4; 2,35; 4,94; 96,2; 10,4; 5,68; 28,1; 1,27; 46,4; 3,17; 6,24; 19,1; 1,26; 1,40; 25,4; 55,3; 3,33; 9,19; 19,7; 31,2; 6,70; 15,4; 5,42; 10,5; 32,1; 0,549; 39,7; 1,32; 26,5; 2,74; 3,88; 8,00; 1,48; 8,48; 4,21; 11,6; 4,57; 0,54; 2,55; 14,8; 4,96; 3,43; 23,0; 64,0; 0,775; 39,3; 1,09; 6,52; 0,354; 33,7; 12,8; 23,5; 7,79; 62,6; 7,59; 96,8; 5,22; 0,085; 4,60; 0,596; 10,4; 22,7; 5,31; 1,04; 32,3; 6,22; 34,6; 0,969; 11,6; 8,69; 5,88; 1,41; 8,19; 2,32; 14,9; 8,62; 1,57; 9,39; 8,36; 13,8; 11,3; 9,44; 41,4; 4,73; 10,2; 1,40; 1,76; 39,0; 19,6; 7,34; 2,71; 22,7; 14,0; 19,4; 53,5; 40,4; 5,21; 16,8; 5,26; 22,2; 1,99; 21,3; 15,6; 12,6; ,930; 1,71

Варіант 17

11,5; 3,15; 4,18; 6,91; 6,49; 4,16; 3,81; 6,36; 1,95; 5,58; 3,85; 7,57; 2,52; 5,94; 3,72; 4,78; 3,62; 3,16; 4,35; 2,60; 6,45; 4,30; 6,01; 5,12; 6,42; 6,88; 5,55; 5,34; 1,35; 5,73; 1,06; 2,41; 4,15; 1,20; 7,22; 6,06; 6,73; ,29; 4,42; 4,41; 1,85; 4,17; 2,28; 1,53; 3,99; 4,85; 4,07; 2,70; 3,58; 5,54; 4,44; 3,90; 1,00; 1,24; 11,0; 6,31; 5,86; 3,63; 1,59; 4,11; 2,42; 5,39; 4,88; 4,34; 2,87; 5,23; 3,98; 2,45; 9,11; 3,05; 5,26; 3,67; 5,44; 3,14; 4,91; 6,09; 5,13; 4,31; 3,37; 4,80; 6,33; 2,51; 6,60; 1,05; 5,58; 6,70; 4,24; 0,12; 2,09; 6,04; 7,00; 8,04; 3,64; 5,20; 6,54; 2,49; 3,17; 5,33; 4,96; 4,42; 3,55; 4,37; 5,10; 5,25; 2,26; 5,34; 0,25; 0,79; 1,28; 6,65; 5,18; 6,46; ,51; 1,02; 5,92; 5,70; 6,92; 3,25; 4,47; -1,67; 4,85; 8,61; 4,76; 5,40; 6,14; 13,8; 5,40; 5,87; 3,84; 7,15; 3,69; 6,95; 2,93; 5,75; 1,67; 3,57; 6,16; 5,10; 6,60; 4,01; 6,05; 1,00; 4,45; 5,08; 4,10; 3,48; 3,66; 3,57; 3,81; 4,98; 5,50; 7,68; 8,02; 4,95; 3,98; 5,22; 5,13; 5,63; 7,09; 2,08; 0,92; 7,36; 6,99; 0,85; 2,96; 6,06; 3,62; 2,59; ,74; 3,79; 7,68; 0,98; 5,92; 6,40; 3,97; 3,23; 4,55; 5,29; 3,39; 4,98; 9,22; 4,06; 3,93; 4,93; 6,04; 2,95; 6,04; 1,97; 6,12; 6,37; 4,91; 3,03; 8,05; 0,56; 5,26; -0,13; 4,53; 2,88; 2,56; 4,40

Варіант 18

0,100; 8,80; 7,89; 10,5; 9,23; 6,68; 10,2; 3,56; 3,76; 10,6; 3,73; 10,9; 7,59; ,370; 4,37; 4,68; 1,82; 7,72; 12,0; 5,45; 5,08; 6,44; 3,37; 3,30; 10,3; 9,10; 11,5; 5,75; 6,07; 11,0; 0,07; 1,38; 4,45; 11,1; 3,95; 10,9; 7,57; 1,85; 3,06; 6,45; 10,9; 12,2; 11,5; 3,77; 3,56; 4,80; 7,45; 11,0; 12,6; 1,60; 12,6; 7,70; 12,2; 0,421; 4,22; 4,37; 4,59; 1,20; 3,76; 4,08; 10,4; 12,3; 12,8; 5,07; 4,07; 9,15; 9,32; 1,16; ,456; 8,07; 6,88; 2,50; 8,20; 12,1; 11,0; 12,8; 5,54; 10,2; 4,16; 5,85; 1,51; 2,14; 7,40; 9,24; 2,12; 1,20; 4,89; 11,9; 8,52; 11,8; 3,41; 0,803; 8,01; 0,176; 1,29; 4,13; 12,2; 12,4; 0,914; 4,69; 12,4; 9,33; 3,73; 4,71; 10,0; 7,46; 12,0; 6,72; 11,1; 4,37; 9,33; 4,03; 2,92; 9,20; 11,8; 12,7; 7,63; 11,6; 12,1; 11,3; 7,97; 1,02; 8,12; 9,74; ,952; 10,7; 12,8; 8,78; 7,62; 5,75; 9,39; 1,20; 7,62; 11,2; 8,44; 7,34; 12,9; 2,59; 5,43; 4,42; 12,5; 6,88; 12,9; 4,42; 6,93; 9,84; 1,91; 9,53; 0,056; 1,44; 8,63; 10,2; 8,67; 9,93; 3,30; 12,2; 1,43; 2,72; 12,8; 9,06; 2,78; 5,81; 10,5; 8,83; 7,19; 0,304; ,138; 4,60; 1,81; ,658; 5,25; 3,95; 11,1; 5,85; 1,86; 3,24; 9,74; 1,59; 11,6; 5,29; 4,76; 12,0; 0,924; 10,6; 12,2; 12,0; 7,71; 3,65; 1,72; 0,573; 3,91; 4,71; 0,904; 10,9; 11,8; 2,22; 4,51; 3,61; 8,00; 4,93

Варіант 19

14,1; 10,7; 10,2; 28,9; 1,66; 33,7; 0,602; 3,14; 17,9; 22,8; 33,5; 1,78; 3,17; 2,89; 18,2; 37,0; 4,66; 19,5; 4,91; 42,1; 1,62; 5,39; 21,4; 28,4; 18,8; 26,2; 9,15; 23,2; 1,68; 9,88; 11,0; 3,52; 28,9; 27,8; 13,6; 7,16; 6,66; 7,42; 30,8; 1,06; 12,6; 0,901; 7,92; ,860; 35,6; 5,16; 12,6; 6,86; 10,8; 39,1; 1,90; 3,11; 20,4; 3,61; 27,9; 4,27; 21,6; 32,1; 28,6; 16,6; 0,220; 8,44; 53,4; 16,5; 4,88; 7,21; 0,140; 9,65; 31,3; 37,8; 2,89; 2,54; 20,7; 7,03; 4,42; 6,74; 3,39; 4,56; 6,62; 54,2; 1,28; 8,42; 1,66; 4,13; 15,4; 1,08; 4,91; 9,75; 41,6; 4,25; 3,30; 13,0; 33,4; 5,95; 57,0; 76,4; 8,09; 1,11; 25,3; 23,3; 16,2; 9,59; 7,18; 28,0; 0,355; 57,7; 10,8; 10,2; 79,4; 7,49; 11,5; 16,0; 8,19; 40,1; 10,5; 21,9; 1,64; 9,87; 1,61; 10,9; 15,8; 13,8; ,205; 25,1; 14,7; 12,6; 60,6; 0,407; 32,3; 88,2; 1,90; 38,8; 23,6; 2,06; 35,6; 10,5; 12,6; 12,5; 9,55; 23,6; 4,30; 33,8; 5,09; 0,192; 18,0; 12,9; 0,980; 9,46; 19,8; 14,9; 3,05; 2,14; 9,52; 29,3; 16,9; 25,9; 4,94; 4,46; 17,1; 3,27; 5,44; 11,5; 8,43; 21,8; 23,0; 24,3; 73,3; 3,56; 8,16; 13,1; 6,06; 17,8; 20,4; 18,5; 11,2; 2,09; 15,9; 20,3; 1,00; 28,0; 36,6; 6,79; 9,65; 4,56; 0,024; 6,11; 3,02; 10,5; ,136; 2,26; 3,36; 13,7; 2,77; 0,884; 1,15; 98,4; 13,8; 3,29; 11,3; 39,0

Варіант 20

1,50; 2,43; 7,13; 3,74; 2,80; 4,70; 6,30; 3,64; 4,07; 9,69; 5,46; 4,02; 3,21; 4,27; 9,31; 6,87; 2,61; 6,61; 7,49; 4,33; 3,85; 3,99; 5,76; 3,08; 5,81; 6,78; 4,08; 6,39; 2,52; ,75; 5,73; 8,52; 4,13; 3,64; 3,98; 1,45; 3,63; 4,72; 3,85; 5,92; 8,55; 7,86; 3,46; 4,99; 1,20; 5,59; 5,27; -0,35; 4,07; 6,41; 2,35; 6,90; 4,06; 8,59; 8,33; 6,37; 4,18; 3,13; 10,2; 3,93; 4,99; 2,29; 6,63; 8,16; 4,19; 4,37; 6,48; 6,32; 9,35; 6,78; 7,98; 6,63; 3,81; 7,46; 7,90; 5,93; 10,1; -0,14; 7,02; 8,43; 4,94; 6,47; 4,39; 7,32; 4,23; 5,62; 2,55; 1,17; 1,30; 6,85; 7,08; 5,46; 4,11; 5,47; 3,57; 4,47; 6,85; 6,53; 6,76; 3,50; -0,28; 1,89; 2,20; 4,90; 5,74; 7,58; 7,21; 8,47; 2,72; 7,27; 6,23; 4,11; -0,45; 3,76; 5,72; 5,48; 7,76; 4,01; 2,65; 1,32; 5,26; 5,83; 2,96; 6,77; 5,56; 4,44; 5,63; 5,80; 6,43; 6,75; -0,32; 5,46; 5,74; 6,28; 7,72; 5,43; 2,54; 8,12; 1,76; -0,95; 4,79; 3,47; 4,95; 6,05; 4,22; 2,59; 7,77; 6,27; 5,68; 6,65; 5,93; 5,07; ,73; 4,42; 5,75; 4,11; 7,24; 6,74; 5,59; 4,43; 7,32; 5,61; 7,75; 6,00; 6,45; 4,39; 1,72; 1,67; 5,38; 2,08; 5,91; 1,69; 8,29; 3,90; 2,24; 2,42; 6,40; 7,34; 2,00; 5,47; 4,48; 2,71; 10,1; 2,94; 7,56; 8,43; 6,76; 5,85; 9,63; 1,47; 5,32; 0,92; 4,34; 3,79; 2,00; 3,07; 3,71; 6,36; 3,57; 7,57

Варіант 21

11,1; 7,75; ,672; 8,18; 8,03; 7,25; 10,5; 9,15; 12,6; 12,8; 2,43; 1,58; 5,06; 6,55; 6,28; 5,59; 3,73; 6,55; 2,43; 8,24; 11,1; 3,09; 11,4; 4,05; 5,22; ,274; 7,74; 2,93; 8,34; 4,36; 3,16; 9,41; 10,8; 7,87; 1,04; ,418; 2,11; 2,84; 7,33; 1,57; 12,6; 9,13; 7,76; 1,20; 10,2; 3,00; ,921e-1; 11,2; 2,40; 3,74; 12,7; 3,82; 3,83; 11,2; 12,3; 8,18; 6,32; 4,81; 3,04; 1,27; 2,54; 3,42; 2,32; 10,4; 5,52; 3,58; 1,97; 10,2; 9,40; 9,04; 6,56; 12,7; ,790; 1,57; 5,05; 7,99; 2,20; 8,99; 7,60; 7,70; 13,0; 1,97; 12,5; 6,79; 10,7; 6,88; 6,70; ,863; 7,80; 2,01; 6,74; 9,17; 3,51; 13,3; 7,72; 4,81; 9,23; 11,1; 6,51; 9,45; 5,51; 3,86; 2,19; 9,32; 6,64; ,729; 1,16; 1,04; 1,33; 10,9; 6,62; 7,34; 11,3; 7,80; 8,05; 3,51; ,741; ,227; ,967; 7,47; 1,23; 13,1; ,796; 1,01; 4,85; 8,59; 10,7; ,262; 4,18; 12,6; ,192; 11,4; 2,13; 3,60; 6,75; 12,6; 9,37; 6,44; 13,4; 4,68; 1,58; 4,31; 2,02; 12,9; 3,96; 11,2; 13,5; 11,8; 11,9; 10,8; 12,2; 12,1; 4,67; 10,6; 10,1; 2,66; 1,66; 11,1; 12,8; 10,7; 3,71; 11,6; 9,99; 5,14; 1,63; 1,74; 1,89; 10,2; 7,16; 2,48; 9,56; 5,32; 4,63; ,902; 4,79; 8,07; 4,10; 11,9; 12,9; 4,90; 6,08; 7,21; 8,26; 12,6; 3,55; 12,3; 13,3; 5,28; 9,81; 1,62; 2,11; ,500; 12,1; 8,61; ,408; 8,63; 11,8; 10,3; 7,56; ,875

Варіант 22

3,45; 3,59; 4,74; 2,97; 19,5; 9,51; 2,50; 3,07; 5,87; 9,72; 32,0; 6,29; 44,2; 14,6; 14,3; 18,9; 14,6; 21,0; 44,4; 19,3; 4,34; ,955; 3,97; 13,9; 42,6; 8,83; 22,5; 3,46; 28,0; 12,4; 6,45; 14,7; 47,7; 7,63; 11,1; 5,84; 5,33; 5,42; 28,4; 4,89; 44,0; 10,6; 35,7; 5,38; ,997; 15,4; 5,88; 12,7; 4,31; 11,9; 47,0; 26,4; 32,5; 11,2; 1,45; 10,5; 16,7; 13,5; 2,99; 13,7; 63,4; 2,43; 9,65; 8,11; 5,48; 19,6; 45,2; 16,9; 5,52; 30,3; 2,21; 8,67; 55,2; 4,01; 35,0; 8,66; 22,7; 22,1; 2,29; 7,61; 26,3; 11,0; 8,82; 8,97; 19,8; 24,8; 5,00; 5,07; 4,03; ,498; 16,8; ,143; 43,0; 1,61; 18,7; 9,14; 26,3; 10,2; 22,1; 14,6; 12,2; 2,06; 34,5; 3,57; 5,36; 21,3; 4,26; 14,4; 13,2; 4,16; 14,3; 7,04; 17,1; 74,0; 24,4; 22,1; 12,5; 4,69; 41,1; ,258e-1; 12,5; 12,5; 1,52; 17,9; 28,1; 1,63; 2,85; 6,51; ,928; 15,2; 28,9; 17,1; 58,3; 19,3; 11,8; 12,3; 81,5; ,159; 11,8; 1,74; 9,86; 28,7;

4,94; 22,3; 25,1; ,872; 3,62; 20,9; 1,05; 2,35; 14,7; 37,3; ,922; 3,10; 20,7; 11,5; 3,65; 7,54; 7,75; 9,37; 8,03; ,624; 45,0; 2,25; 9,50; 28,0; 28,6; 6,06; 11,6; 14,5; 22,7; 26,0; 33,5; 20,5; 3,93; 7,76; ,543; 7,95; 12,4; 18,9; 17,2; 1,34; 29,3; 17,5; 2,24; 2,04; 6,27; 11,3; 4,99; 8,70; 20,7; 12,2; 6,77; 5,47; 14,4; 1,48; 34,8; 15,9; 36,3; 15,8

Варіант 23

3,54; 6,83; 6,36; 6,20; 6,05; 6,12; 8,84; 6,04; 3,37; 5,18; 6,25; 8,24; 5,18; 4,02; 5,86; 1,14; 7,65; 6,72; 3,48; 5,78; 4,13; 6,68; 5,16; 4,37; 4,89; 5,28; 8,19; 3,17; 7,92; 5,38; 5,51; 4,96; 6,63; 3,07; ,93; 6,65; 5,57; 7,73; 7,40; 4,95; 6,21; 2,11; 7,73; 8,99; 7,37; 5,27; 2,55; 5,46; 5,05; 2,46; 2,90; 8,58; 10,0; 8,69; 12,0; 7,12; 6,07; 3,84; 7,68; 5,21; 5,69; 4,22; 7,38; 2,81; ,17; 7,45; 1,58; 1,81; 3,54; 7,04; 7,37; 4,82; -,15; 6,81; 6,46; 8,23; 2,67; 4,65; 3,83; 4,42; 9,34; 7,07; 2,09; 4,54; 7,65; 6,72; 5,13; 7,86; 4,15; 5,38; 5,60; -,68; 3,52; 2,92; 3,41; 3,94; 2,36; 5,57; 2,87; 2,54; 2,11; 3,81; 2,87; 6,98; 4,70; 4,53; 7,85; 4,29; 4,84; 2,92; 1,24; 6,95; 3,86; 1,64; 7,73; 5,21; 3,95; 2,61; 7,39; 6,55; 2,06; 6,68; 4,83; 9,87; 5,06; 2,60; 9,60; 6,18; 7,18; 2,80; 5,90; 8,23; 5,13; 5,75; 8,84; 5,06; 1,87; 4,50; 5,87; 4,98; 5,47; 10,4; 5,65; 5,66; 6,06; 4,65; 5,72; 6,45; 3,91; 5,70; 10,1; 5,58; 3,16; 6,13; 5,01; ,84; 5,44; 3,51; 2,93; 2,76; 3,09; 4,31; 4,48; ,9e-1; 4,85; 5,51; 3,43; 3,81; 3,42; 7,78; 4,96; 4,65; 4,21; 9,21; 7,06; 3,67; 5,92; 6,37; 9,11; 4,77; 3,82; 6,14; 6,32; 5,12; 5,28; 7,04; 6,17; ,49; 9,52; 7,04; 5,32; 3,09; 7,74; 7,98; 1,94; 9,21; 10,8; 3,32; 5,37; 8,22

Варіант 24

9,00; 12,7; 2,86; 9,77; 2,25; 1,69; 11,8; 1,39; 8,67; 10,3; 4,58; 9,95; 7,04; 11,8; 11,5; 9,38; 13,5; 2,52; 13,9; 4,27; 5,12; 9,18; 8,85; ,328; 12,6; 8,12; 9,06; 3,77; 12,2; 11,7; 1,96; 10,6; 2,00; 14,0; 8,22; 13,3; 12,5; 10,9; 6,12; 5,14; 12,8; 12,2; 10,7; 9,51; 4,82; 2,09; 2,56; 2,14; 4,31; 8,79; 5,49; 3,46; 8,34; 4,83; 7,66; 7,45; 9,23; 6,94; 3,46; 12,5; 7,43; 10,9; 5,21; 3,30; 1,24; 7,28; 3,47; 4,21; 3,36; 13,9; 5,12; 5,91; 6,76; 8,37; 13,7; 12,1; 8,86; ,780; 5,85; 2,91; 3,18; 9,76; 13,1; 6,02; 13,2; 4,56; 12,0; 1,36; ,794; 13,5; 1,86; 8,20; 6,09; 7,11; 9,25; 11,8; 5,39; 5,53; 10,3; 6,92; 7,85; 8,57; 2,70; 2,84; 4,69; 7,53; 1,43; 3,65; 4,68; 2,38; 4,69; 3,05; 7,70; 8,90; ,375; 6,13; 12,7; 12,4; 4,61; 6,37; 1,31; 10,7; 12,0; 3,53; 3,67; 4,65; 9,88; 12,3; 7,49; ,941; 9,98; 3,29; 6,36; 10,1; 8,86; 1,43; 5,82; 5,08; 13,8; 10,7; 4,56; 3,02; 12,0; ,589; 7,41; 12,8; 13,3; ,253e-1; 6,13; 4,52; 3,21; 4,14; 2,21; 12,7; 9,56; 12,0; 10,2; 10,3; 11,0; 7,24; 9,00; 5,59; 6,31; 7,01; 4,14; 9,23; 5,53; 6,93; 7,74; ,599; 6,55; ,230; 6,45; 8,13; 13,4; 2,48; 5,52; 4,40; 3,79; 7,10; 8,18; 5,39; 5,19; 4,84; 4,77; 7,39; 9,09; 6,62; 9,10; 6,34; 7,97; 12,4; 9,18; 12,3; 13,4; ,567; 13,5; 7,03; 1,35; ,708

Варіант 25

24,7; 6,01; 3,91; 23,3; 6,68; 2,39; ,128; 7,89; 24,2; 8,35; 21,1; 5,57; 25,6; 25,1; 15,8; 5,03; 13,9; 31,5; 3,47; 9,62; ,534; 30,3; 45,6; 21,3; 24,4; 9,12; 23,7; 4,15; 53,0; 5,51; 1,55; 7,17; 16,0; 30,0; 1,80; 21,8; 11,3; 14,3; 35,9; 42,9; 1,46; 15,6; 13,3; ,376; 8,02; 1,92; 22,9; 3,34; 4,18; 3,50; 3,39; 6,30; ,557; 80,0; 14,4; 4,64; 11,7; 10,9; 36,3; ,841; 5,55; 7,16; 3,71; 13,8; 5,60; 17,1; 2,80; ,732; 26,6; 17,7; 24,8; 5,21; 4,63; 49,8; 2,95; 8,17; 28,2; 19,7; 12,5; 7,03; 26,9; 18,5; 19,3; 1,36; 9,80; 86,6; 22,3; ,349; 3,65; ,902; 16,4; 38,0; 26,8; 2,97; 41,2; ,589; 6,40; 9,29; 34,8; 2,62; 16,6; 20,9; 7,36; 19,0; 37,2; 40,5; 2,89; 19,4; 17,9; 3,03; ,782; 4,57; 6,29; ,540; 17,4; 47,8; 7,62; 17,8; 9,32; 14,4; 3,30; 8,23; 3,98; 2,17; 17,9; 4,09; 14,1; 16,7; 30,3; 8,79; 39,2; 9,46; 1,51; ,312e-1; 23,3; 22,1; 1,44; 6,29; 15,2; 52,4; 49,1; 5,97; 12,5; 50,7; 9,08; 5,52; 4,94; 11,5; 1,61; 17,5; 28,7; 15,7; 36,9; 24,8; 17,7; 21,5; ,473; 12,9; 8,29; 8,52; 13,9; 16,0; 19,2; 6,92; 23,0; 47,6; 8,47; 2,03; 11,7; ,597e-1; 10,0; 17,9; 5,24; 3,80; 16,4; 9,99; 19,8; 7,08; ,923; 77,7; 8,38; 5,69; 6,84; 8,99; 20,4; 9,98; 12,3; 4,40; 15,4; 14,9; 1,62; 17,1; 1,15; 5,54; 13,5; 19,2; 13,9; 8,62; 8,33; 4,57

Варіант 26

3,97; 4,43; 3,96; 4,79; 7,02; 4,81; ,23; 6,54; 4,79; 2,25; 5,98; 6,78; 3,31; 6,05; 7,50; 7,53; 9,51; 7,59; 5,27; 9,55; 3,51; 2,04; 7,60; 4,82; 1,70; 4,12; 2,89; 3,74; 10,2; 7,82; -1,55; 6,78; 5,16; 4,84; 5,38; 10,6; 8,44; 3,24; ,1e-1; 2,17; 4,09; 3,54; 7,17; 7,34; 7,26; 5,53; 5,19; 5,51; 4,45; 6,55; 5,89; 8,08;

11,1; 7,28; 6,21; 2,85; 4,63; 3,49; 2,13; 7,41; 9,91; 2,62; 6,35; 2,81; 3,93; 4,09; 3,62; 5,00; 5,44; 5,22; 5,42; ,53; 6,85; 1,75; 4,07; 4,79; 6,62; 4,84; 7,16; 6,38; 7,88; 4,38; 7,86; 6,86; 6,60; 11,4; 8,96; 7,64; 5,31; 9,92; 7,37; 5,29; 7,07; 8,84; 7,16; 7,87; 8,05; 4,53; 6,43; 5,12; 10,2; 2,29; 8,48; 6,48; 8,23; 3,54; 2,70; 1,24; 6,46; 3,86; 3,20; 7,92; 5,86; 2,86; 5,96; 2,20; 5,19; 2,58; 5,55; 3,96; 8,14; 6,69; 1,02; 2,93; 7,30; 7,44; 3,88; 4,66; 9,36; -2,19; 2,60; 4,92; 8,19; 4,89; 4,42; 4,69; 7,69; 9,47; 6,30; 5,12; 2,52; 5,02; ,43; 9,76; 6,97; 5,41; 6,75; 6,77; 2,97; 5,33; 5,48; 5,36; 6,72; 6,02; 5,19; 3,95; 4,25; 5,18; 8,03; 6,22; 3,52; 6,09; ,55; 4,64; 5,76; 10,3; 6,53; 5,58; 9,52; 4,23; 3,93; 5,44; 5,00; 5,77; -,88; 1,31; 4,15; 2,88; 7,77; 4,22; 4,53; 6,82; 2,93; 7,62; 2,55; ,60; 2,40; 6,18; 7,91; 4,84; 4,69; 5,69; 5,02; 5,25; 9,84; 5,92; 6,56; 4,25; 6,12; 3,51

Варіант 27

3,94; 4,99; 10,2; ,521; 7,92; 12,2; 1,67; 9,61; 8,42; 9,93; 7,41; 13,7; 7,24; 2,70; 7,84; 11,2; 12,3; 2,33; 2,74; ,850e-2; 12,1; 9,28; 2,28; 14,3; 2,22; 13,0; 11,8; 9,11; 1,16; 11,2; 14,4; 11,5; 12,0; 6,19; 13,3; 3,15; 11,9; 6,12; 13,7; 1,93; 7,68; 12,5; 9,96; 8,61; 1,83; 9,34; 13,9; 10,7; ,579; 3,49; 1,42; 1,90; 2,51; 3,06; 5,96; 3,04; 7,93; 4,05; ,945; 5,87; 2,89; 11,9; ,796; 12,4; 11,0; 11,3; 5,19; 12,0; 7,16; ,364; 2,36; 9,48; 3,89; 14,0; 4,77; 5,81; 13,7; 1,77; 13,6; 3,83; 3,45; 6,38; 6,09; 14,0; 1,87; 9,11; 10,8; 12,5; 9,83; 2,76; 6,51; 14,3; 11,4; 2,67; 14,3; 8,06; 6,90; 9,02; 12,1; 2,12; 10,4; 10,3; 6,48; 8,35; 7,51; 4,73; 3,00; 1,22; 11,9; 4,71; 13,9; 1,43; 14,1; 11,5; 13,3; 7,13; 8,29; 10,1; 4,97; 10,5; 11,0; ,451; 8,03; 3,36; 2,52; 8,61; 7,03; 1,46; 5,28; 10,8; 4,39; 9,06; 1,06; 14,5; 9,21; 9,98; 4,78; 10,4; 12,1; 5,70; 14,2; 6,82; ,283; 6,51; 12,9; ,803; 7,82; 11,7; 6,26; 8,44; 13,9; 1,09; 8,42; 9,42; 2,97; 1,62; 8,41; 2,46; 2,45; 6,58; 4,13; 6,79; 3,09; 14,0; 8,22; 9,74; 5,31; 13,8; 1,39; 1,90; 9,95; 1,24; ,761; 2,77; 2,38; 5,16; 2,46; 12,5; 1,23; 10,9; 7,95; ,464; 5,93; 12,7; 8,11; 10,4; 3,09; 12,8; 10,6; 3,61; 11,8; 10,9; 3,16; 12,6; ,631; 10,3; 13,9; 6,03; 12,1; 6,42

Варіант 28

1,84; 18,6; 13,9; 1,46; 34,2; 7,57; 4,14; 15,2; 5,70; 33,4; 25,7; 28,8; 60,0; 5,80; 8,28; 46,2; ,980; 5,74; 11,3; 1,19; 21,6; 36,8; 30,2; 7,61; 7,11; 4,90; 1,85; 7,17; 20,9; 8,87; 3,24; 9,02; 7,77; ,789; 15,6; 6,60; 1,42; 46,3; 31,3; 8,83; 5,33; 13,2; 5,32; 9,37; 58,8; 11,6; 3,02; 10,4; 113,; 1,38; 18,0; 55,0; 25,7; 16,1; 4,05; 2,34; 23,4; 16,2; ,142; 47,3; 8,98; 4,57; 21,9; 2,40; 12,3; 6,59; 26,6; 5,12; 16,6; 2,51; 28,0; 18,8; 13,5; 6,05; 12,2; 52,2; 2,83; 101,; 62,8; 5,37; 6,89; 27,2; 12,2; 7,86; 24,5; 21,9; 2,00; 3,50; 6,67; 19,2; 4,62; 2,47; 8,32; 6,00; 14,7; 5,79; 1,88; 37,6; 19,3; 38,1; 10,3; 12,8; 1,40; 19,4; 10,2; 30,1; 30,7; 9,17; 14,7; 35,0; 1,73; 1,33; ,964; ,140; 12,7; 1,17; 15,6; 22,2; 27,9; 4,80; 6,04; ,857; 3,80; 5,63; 45,6; 11,0; 59,4; 9,87; 18,7; 20,8; 62,9; 24,0; 19,4; 35,4; 3,83; 25,4; 1,78; 10,9; 12,8; 40,8; 1,98; 23,7; 33,4; 11,6; 3,63; 15,8; 11,9; 15,6; 9,20; 13,6; 3,55; 14,9; 8,47; 2,81; 7,58; 41,7; 82,7; 20,3; 27,7; 2,69; 5,13; 32,9; 1,80; 2,46; 7,14; 23,1; 55,5; 4,18; 1,94; 10,3; 20,9; 32,6; 29,4; 27,1; 16,4; 1,65; 30,3; 1,73; 30,4; 10,6; 6,20; 11,9; ,786; 5,85; 17,1; 4,45; 17,5; 2,72; 24,1; 4,68; 4,30; 41,6; ,855; 2,03; 31,6; 7,83; 19,1; 67,9; 32,2; 9,21

Варіант 29

5,22; -1,50; 5,08; 5,07; 8,54; 7,78; 7,10; 6,89; 7,39; 5,76; 3,47; 1,25; 4,10; 6,26; 6,55; 7,59; 5,54; 8,24; ,22; 7,48; 6,34; 5,93; 5,26; 7,08; 1,25; 7,22; 2,61; 5,24; 1,55; 5,42; 9,31; 3,87; 4,23; 7,44; 7,87; 7,72; 4,61; 1,76; 4,46; 7,43; 5,64; 3,08; 3,57; 1,14; 4,24; 4,66; 8,59; 7,33; 7,34; 5,95; 4,03; 4,12; 8,06; 8,31; 7,44; 5,71; 5,57; 5,32; 4,94; 2,91; 2,07; 1,81; 3,93; 12,0; 3,75; 5,15; 4,05; 8,81; 2,67; 4,53; 7,05; 6,97; 4,01; 5,42; 3,82; 7,74; 3,64; 2,80; 4,45; 6,83; 5,58; 5,67; 6,03; 7,94; 4,96; 5,45; 7,76; 8,36; 3,39; 5,42; 6,19; 1,98; 4,59; 3,77; 2,60; 5,96; 5,73; 5,47; 5,67; 6,63; 3,22; 8,82; 6,66; 9,13; 4,19; 7,50; 4,41; 2,25; 7,02; 7,37; 4,56; 5,92; 8,44; 5,00; 4,61; 4,79; 4,84; 7,41; 4,80; 3,86; 7,84; 4,07; 1,65; 6,37; 5,10; 5,85; 3,81; 5,16; 5,59; 8,46; 3,23; 4,38; 6,71; 5,67; 2,89; 4,03; 4,22; 7,76; 6,44; 3,80; 6,76; 4,68; 4,57; 6,74; 8,05; 2,55; ,32; 5,42; 5,75; ,14; 5,59; 3,90; 6,73; 5,70; 6,60; 7,51; 6,11; 4,16; 4,07; 4,92; 3,42; 6,78; 5,62; 5,36; 4,38; 6,93; 5,94; 2,60; 4,88; 4,62; 5,48; 6,98; 5,71; -,23; 6,34; 5,03; 4,84; ,92; 6,49; 4,90; 5,34; 7,98; 10,9; 2,44; 2,76; 6,97; 3,20; 8,44; 8,25; 8,22; 3,19; 8,46; 2,91; 8,84; 5,47; 7,23; 6,11; 4,89; 4,44; 6,13

ДОДАТОК Б

Варіанти вихідних даних до розділу 5

Варіант 1 ·

X	Y					n_x
	10	20	30	40	50	
1	2					
6	4	3				
11		5	5	2		
16			35	8	4	
21			5	17	7	
26					3	
n_y						

Варіант 2 ·

X	Y					n_x
	15	25	35	45	55	
2	2					
7	4	3				
12		7	5	7		
17			30	10	5	
22			10	8	7	
27					3	
n_y						

Варіант 3 ·

X	Y					n_x
	20	25	30	35	40	
3	4					
8	1	6				
13		4	2	1		
18			50	9	4	
23			2	7	3	
28					7	
n_y						

Варіант 4 ·

X	Y					n_x
	20	30	40	50	60	
4	1					
9	5	5				
14		3	3	2		
19			40	10	3	
24			12	5	4	
29					7	
n_y						

Варіант 5 ·

X	Y					n_x
	25	30	35	40	45	
6	3					
10	5	4				
15		4	7	2		
20			35	10	5	
25			8	8	6	
30					3	
n_y						

Варіант 6 ·

X	Y					n_x
	30	40	50	60	70	
6	2					
11	4	6				
16		3	6	2		
21			35	8	14	
26			4	6	7	
31					3	
n_y						

Варіант 7 ·

X	Y					n_x
	35	40	45	50	55	
7	3					
12	4	6				
17		3	6	12		
22			35	8	4	
27			2	6	7	
3					4	
n_y						

Варіант 8 ·

X	Y					n_x
	40	50	60	70	80	
8	3					
13	3	5				
18		4	40	5		
23			2	10	4	
28			6	6	7	
33					3	
n_y						

Варіант 9 ·

X	Y					n_x
	45	50	55	60	65	
9	2					
14	6	5				
19		3	7	4		
24			40	9	4	
29			2	6	7	
34					5	
n_y						

Варіант 10 ·

X	Y					n_x
	50	60	70	80	90	
10	5					
15	1	6				
20		2	5	2		
25			40	8	4	
30			5	7	7	
35					8	
n_y						

Варіант 11 ·

X	Y					n_x
	10	20	30	40	50	
4	2					
6	4	3				
11		5	5	2		
16			35	8	4	
23		10	5	17	7	
26					3	
n_y						

Варіант 12 ·

X	Y					n_x
	15	25	35	45	55	
4	4		5			
10	4	3				
12		7	5	7		
17		9	30	10	5	
22			10	8	7	
27					3	
n_y						

Варіант 13 ·

X	Y					n_x
	20	25	30	35	40	
8	4			3		
10	1	30				
13		4	2	1		
18			50	9	4	
23			2	7	3	
30					7	
n_y						

Варіант 14 ·

X	Y					n_x
	25	35	45	55	65	
5	1					
9	5	5				
14		3	3	2		
19		9	40	10	3	
24			12	5	4	
29					7	
n_y						

Варіант 15 ·

X	Y					n_x
	27	32	37	42	47	
9	8			10		
10	5	4				
15		4	7	2		
20			35	10	5	
25			8	8	6	
38					3	
n_y						

Варіант 16 ·

X	Y					n_x
	35	45	55	65	75	
9	8					
11	4	6				
16		3	6	2		
21	14		35	8	14	
26			4	6	7	
31					3	
n_y						

Варіант 17 ·

X	Y					n_x
	37	41	49	52	55	
4	3					
10	4	6				
17		3	6	12		
22	8		35	8	4	
25			2	6	7	
3					4	
n_y						

Варіант 18 ·

X	Y					n_x
	42	51	59	68	81	
7	3		7			
11	3	5				
18		4	47	5		
23	4		2	10	4	
28			6	6	7	
31					3	
n_y						

Варіант 19 ·

X	Y					n_x
	44	51	55	64	67	
6	4					
14	6	5				
13		3	7	4		
24			40	9	4	
29	7		2	6	7	
33					5	
n_y						

Варіант 20 ·

X	Y					n_x
	49	61	69	76	90	
11	9					
12	1	6				
20		2	5	2		
25			40	8	4	
30		5	5	7	7	
38					8	
n_y						

Варіант 21 ·

X	Y					n_x
	14	25	35	45	55	
6	8			5		
9	4	3				
12		7	5	7		
17			30	10	5	
22	3		10	8	7	
26					3	
n_y						

Варіант 22 ·

X	Y					n_x
	10	20	30	40	50	
5	4			4		
13	5	5				
14		3	3	2		
19	1		40	10	3	
24			12	5	4	
29					7	
n_y						

Варіант 23·

X	Y					n_x
	20	25	30	35	45	
7	3			2		
13	5	7				
15		4	7	2		
20	4		35	10	5	
25			8	8	6	
30					3	
n_y						

Варіант 24 ·

X	Y					n_x
	20	30	40	50	70	
8	7		2			
11	6	6				
16		3	6	2		
22			35	8	14	
26	1		4	6	7	
35					3	
n_y						

Варіант 25 ·

X	Y					n_x
	30	35	40	45	50	
3	5					
11	4	6				
17		3	6	12		
22			27	8	4	
27			2	6	7	
3		4			4	
n_y						

Варіант 26 ·

X	Y					n_x
	30	40	50	60	70	
5	7			2		
19	3	2				
18		4	40	5		
23			2	10	4	
28			6	6	7	
33					3	
n_y						

Варіант 27 ·

X	Y					n_x
	43	51	57	63	68	
10	8					
14	6	5				
19		12	7	4		
25			40	9	4	
29			2	6	7	
39					19	
n_y						

Варіант 28 ·

X	Y					n_x
	60	70	80	90	100	
11	10					
15	5	6			7	
20		2	5	2		
25			40	8	4	
30	4		5	7	7	
39					8	
n_y						

Варіант 29 ·

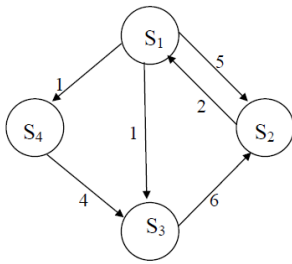
X	Y					n_x
	0	10	20	30	40	
1	8					
4	4	3				
6		5	5	2		
11	5		35	8	4	
16		10	5	17	7	
23					3	
n_y						

Варіант 30 ·

X	Y					n_x
	23	27	33	41	47	
4	6			3		
8	9	45				
10		9	2	1		
13	2		50	9	4	
18			2	7	3	
23					7	
n_y						

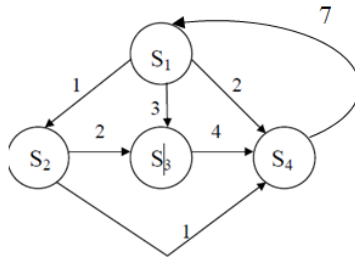
ДОДАТОК В
Варіанти вихідних даних до розділу 8

Варіант 1



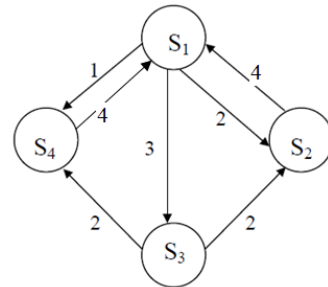
$$p_4(0) = 1$$

Варіант 2



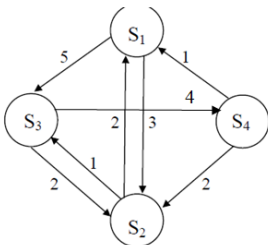
$$p_1(0) = 1$$

Варіант 3



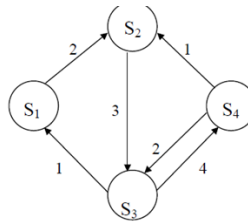
$$p_3(0) = 1$$

Варіант 4



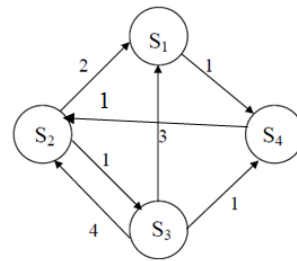
$$p_1(0) = 1$$

Варіант 5



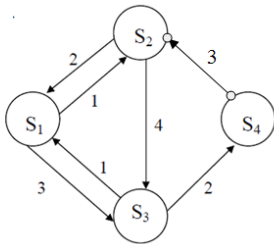
$$p_1(0) = 1$$

Варіант 6



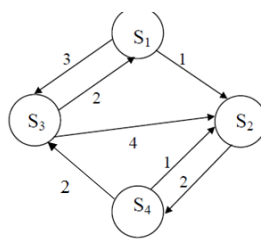
$$p_4(0) = 1$$

Варіант 7



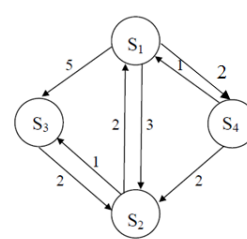
$$p_4(0) = 1$$

Варіант 8



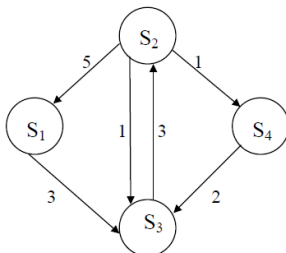
$$p_2(0) = 1$$

Варіант 9



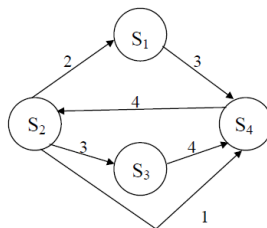
$$p_2(0) = 1$$

Варіант 10



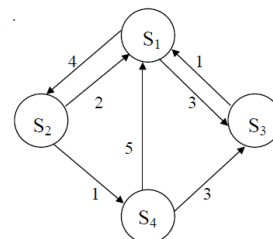
$$p_4(0) = 1$$

Варіант 11



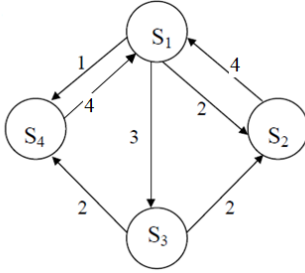
$$p_1(0) = 1$$

Варіант 12



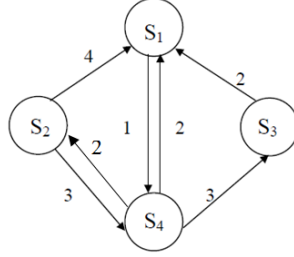
$$p_4(0) = 1$$

Варіант 13



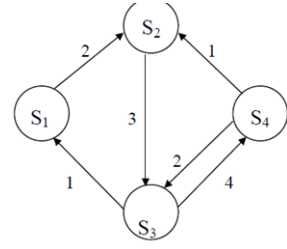
$$p_1(0) = 1$$

Варіант 14



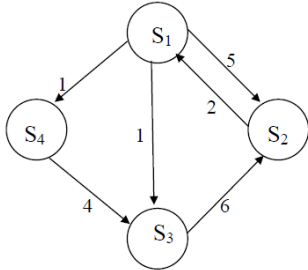
$$p_2(0) = 1$$

Варіант 15



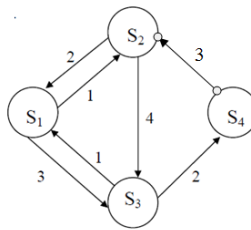
$$p_3(0) = 1$$

Варіант 16



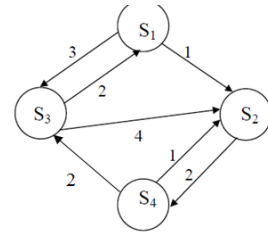
$$p_3(0) = 1$$

Варіант 17



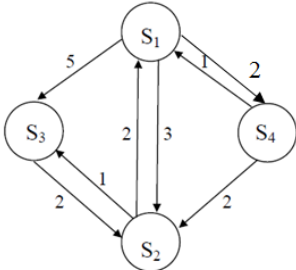
$$p_2(0) = 1$$

Варіант 18



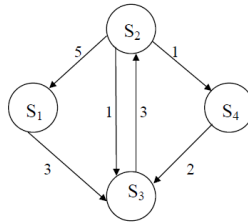
$$p_4(0) = 1$$

Варіант 19



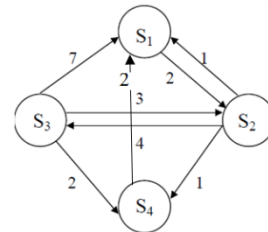
$$p_3(0) = 1$$

Варіант 20



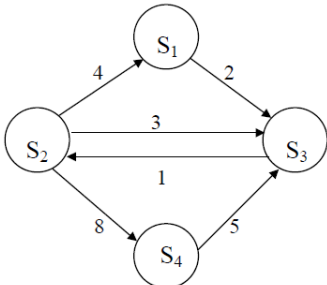
$$p_4(0) = 1$$

Варіант 21



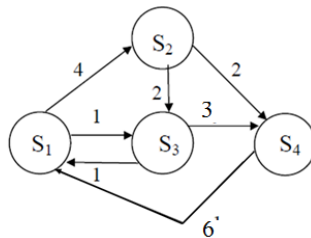
$$p_1(0) = 1$$

Варіант 22



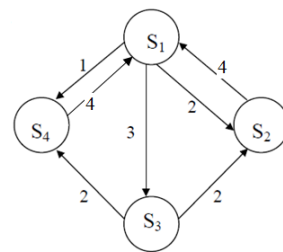
$$p_1(0) = 1$$

Варіант 23



$$p_3(0) = 1$$

Варіант 24



$$p_1(0) = 1$$

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до організації самостійної роботи та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

«ТЕОРІЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної
форм навчання зі спеціальностей F3 – Комп'ютерні науки, F6 – Інформаційні
системи та технології)*

Укладачі: **ЛИТВИНОВ** Анатолій Леонідович,
БРЕДІХІН Володимир Михайлович

Відповідальний за випуск *М. В. Булаєнко*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *А. Л. Литвинов*

План 2020, поз. 292М

Підп. до друку 28.10.2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 3,5.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 8386 від 14.07.2025.