

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ  
Кафедра прикладної статистики**



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Теорія масового обслуговування**

**Модуль 1. Методи та алгоритми теорії масового обслуговування**

**Модуль 2. Алгоритми та методи моделювання випадкових процесів**

для студентів

галузь знань	<b>12 «Інформаційні технології»</b>
спеціальність	<b>124 «Системний аналіз»</b>
освітній рівень	<b>бакалавр</b>
освітня програма	<b>«Системний аналіз»</b>
вид дисципліни	<b>за вибором</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2021/2022</b>
Семестр	<b>6</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>залік</b>

Викладачі: **д.ф.-м.н, проф. Лебедєв Є.О., к.ф.-м.н, доц. Розора І.В.**


Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.

**КИЇВ – 2020**

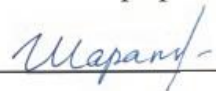
Розробник: Лебедєв Євген Олександрович докт. фіз.-мат. н., професор,  
професор кафедри прикладної статистики

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Завідувач кафедри Прикладної Статистики

  
\_\_\_\_\_ (Лебедєв Є.О.)

Протокол № 1 від «27» серпня 2020 р.

Схвалено Гарантом освітньо-професійної програми першого рівня вищої освіти

«Системний аналіз»  М.М. Шарапов

«28» серпня 2020 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Омельчук Л.Л.)  
(підпис)  (прізвище та ініціали)

«28» серпня 2020 року

**1 Мета дисципліни** – одержання студентами базових знань про методи аналізу систем масового обслуговування, вмінь працювати з основними алгоритмами систем масового обслуговування, навичок застосування отриманих знань до прикладних задач.

## **2 Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни**

*Знати:* основи математичного аналізу, алгебри, теорії ймовірностей, математичної статистики

*Вміти:* формалізувати задачі та складати алгоритми для реалізації поставлених задач

*Володіти елементарними навичками:* роботи зі стохастичними об'єктами

## **3 Анотація навчальної дисципліни**

Дисципліна «*Методи та алгоритми теорії масового обслуговування*» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології» зі спеціальності 124 «Системний аналіз», освітньо-професійної програми «Системний аналіз». і розглядає методи аналізу систем масового обслуговування: теорію процесів народження і загибелі, метод етапів Ерланга, вкладених ланцюгів Кенделла, метод катастроф. Розглядаються на прикладах конкретних технічних систем основні етапи по впровадженню теорії до розв'язку прикладних задач. Дана дисципліна є дисципліною за вибором за програмою «Системний аналіз». Викладається у 6 семестрі в обсязі – 150 годин. (5 кредитів ECTS) зокрема: лекції – 34 год., семінарських занять – 34 год., консультацій – 2 год., самостійна робота – 80 год. У курсі передбачено 2 змістовних частини та 2 контрольні роботи. Завершується дисципліна – заліком.

## **4 Завдання (навчальні цілі)**

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) відповідно до освітньої кваліфікації бакалавра з системного аналізу. Зокрема, розвивати:

**K17.** Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем.

**K19.** Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів.

**ФКСАС 2.** Здатність проводити аналітично обґрунтоване планування експериментів і спостережень, здійснювати статистичний аналіз отриманих результатів та коректно їх інтерпретувати.

## 5 Результати навчання за дисципліною

Результат навчання (РН) (1 – знати; 2 – вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми викладання та навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН.1	Знати і розуміти основні розділи і задачі теорії масового обслуговування, принципи аналізу та моделювання систем масового обслуговування	Лекції, семінарські заняття	Поточне оцінювання (ПО), контрольна робота 1,2, залік	45%
РН.2	Вміти моделювати системи масового обслуговування, знаходити стаціонарний розподіл систем марковського типу, розв'язувати оптимізаційні задачі для систем з повторними викликами			
РН.3	Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку	Семінарські заняття, самостійна робота	Поточне оцінювання (ПО) контрольні роботи 1,2	45%
РН.3.1	Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу	Семінарські заняття, самостійна робота	ПО	5%
РН.4	Демонструвати навички взаємодії з іншими людьми, уміння працювати в командах	Самостійна робота	ПО	5%

## 6 Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання				
	РН.1	РН.2	РН.3	РН.3.1	РН.4
<i>(з опису освітньої програми)</i>					
<b>ПР16.</b> Розуміти і реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності вільного демократичного суспільства, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.			+	+	+
<b>ПРСАС 1.</b> Проводити статистичне оцінювання невизначених параметрів розподілів стохастичних факторів досліджуваних процесів, формалізувати стохастичні фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів.	+	+			
<b>ПРСАС 2.</b> Застосовувати вивчені методи системного і статистичного аналізу, обробки даних та імітаційного моделювання.	+	+			
<b>ПРСАС 3.</b> Знати алгоритми і коректно застосовувати на практиці методи прогнозування.	+	+			

## 7 Схема формування оцінки

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

**- семестрове оцінювання:**

1. Контрольні роботи (РН.1, РН.2, Р.3): 30 балів/18 балів

2. Поточне оцінювання (РН.1, РН.2, РН.3, РН.3.1, РН.4): 30 балів/18 балів

**- підсумкове оцінювання (у формі заліку):**

Залікові бали визначаються як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання передбачених даною програмою. - Оцінки нижче від мінімального порогового рівня не додаються. - Мінімальний пороговий рівень для сумарної оцінки за всіма компонентами становить 60% від максимально можливої кількості балів.

**Контрольні запитання до частини I**

1. Основні задачі теорії масового обслуговування.
2. Класифікація і характеристики систем масового обслуговування.
3. Класифікація систем масового обслуговування Кендалла.
4. Поняття вхідного потоку.
5. Найпростіший потік. Інтенсивність найпростішого вхідного потоку.
6. Розв'язок системи диференціальних рівнянь для безумовних ймовірностей.
7. Найпростіший нестационарний потік.
8. Потік подій як випадковий процес.
9. Основна властивість стаціонарних потоків.
10. Збіжність сумарного потоку до пуассонівського.
11. Теорема про існування параметра для стаціонарного потоку.
12. Загальна форма стаціонарного потоку без післядії.
13. Функції Пальма-Хінчина.
14. Формули Пальма-Хінчина.
15. Інтенсивність стаціонарного потоку. Теорема Королюка.
16. Найпростіший потік як частковий випадок процесу Пальма.

**Контрольні запитання до частини II**

1. Ланцюги Маркова з дискретним часом.
2. Класифікація станів. Ергодичний розподіл.
3. Ергодична теорема для ланцюгів Маркова з дискретним часом.
4. Ланцюги Маркова з неперервним часом. Інфінітезимальні характеристики.
5. Процеси народження і загибелі.
6. Стаціонарний розподіл систем марковського типу.
7. Перехідні функції. Пряма та обернена системи диференціальних рівнянь Колмогорова.
8. Теорема про потік через замкнений контур.
9. Метод етапів Ерланга.
10. Системи масового обслуговування з пріоритетами.
11. Дослідження пріоритетів, що залежать від часу.
12. Обчислювальні системи з множинним доступом.
13. Моделі з скінченним числом джерел навантаження.
14. Моделі з багатьма ресурсами.
15. Системи з повторними викликами.
16. Оптимізаційні задачі для систем з повторними викликами.

**7.2 Організація оцінювання**

Терміни проведення оцінювання

Контрольна робота № 1 – до 7 тижня

Контрольна робота № 2 – до 13 тижня.

**7.3 Шкала відповідності оцінок**

<b>Зараховано / Passed</b>	<b>60-100</b>
<b>Не зараховано / Fail</b>	<b>0-59</b>

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	семінари	С/Р
<b>ЧАСТИНА I</b> <b>«Методи теорії масового обслуговування»</b>				
1	Вступ. Класифікація систем масового обслуговування.	2		4
2	Сучасні пакети та мови програмування для моделювання систем масового обслуговування. Система моделювання загального призначення GPSS World.		4	4
3	Поняття вхідного потоку. Властивості випадкових потоків.	4	2	4
4	Характеристика потоків.	4		4
5	Об'єкти в GPSS World. Системні та стандартні числові атрибути об'єктів.		2	4
6	Генерування вхідних потоків у середовищі GPSS World.		4	4
7	Граничні теореми для сумарних потоків.	6		4
8	Основи програмування імітаційних моделей у GPSS World.		3	4
9	Контрольна робота №1		1	
	Всього	16	16	32
<b>ЧАСТИНА II</b> <b>«Алгоритми теорії масового обслуговування»</b>				
10	Метод ланцюгів Маркова для аналізу стохастичних систем.	4	2	4
11	Методи Монте Карло моделювання ланцюгів Маркова		4	4
12	Стационарний розподіл систем марковського типу.	2		4
13	Дослідження перехідного режиму.	2	2	4
14	Ерлангові системи масового обслуговування	2		4
15	Розробка алгоритмів та програмування ерлангових систем масового обслуговування		2	4
16	Системи масового обслуговування з пріоритетами.	2		4
17	Імітаційне моделювання системи масового обслуговування з пріоритетами		4	4
18	Обчислювальні системи з множинним доступом.	2		4
19	Методи регенеративного моделювання для аналізу систем масового		3	4

	обслуговування			
20	Системи з повторними викликами.	2		4
21	Оптимізаційні задачі для систем з повторними викликами.	2		4
22	Контрольна робота №2		1	
	Всього	18	18	48
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>80</b>

Загальний обсяг **150 год.<sup>1</sup>**, в тому числі:

Лекцій – **34 год.**

Семінари – **34 год.**

Самостійна робота – **80 год.**

Консультації – **2 год.**

### 9. Рекомендовані джерела

1. Б.В.Гнеденко, И.Н.Коваленко “Введение в теорию массового обслуживания”, Изд. 3-е, испр. и доп., КомКнига, 2005, 400 с.
2. В.А. Ивницкий “Теория сетей массового обслуживания”, изд. физ.-мат. литературы, 2004. – 772 с.
3. С.О. Лебедев, I.A. Макушенко “Оптимальный розподіл зовнішнього навантаження для багатоканальних стохастичних мереж. Навчальний посібник”. – К.: НБУВ, 2012. – 90 с.
4. С.О. Лебедев, Г.В. Лівінська “Перевантажені багатоканальні мережі зі змінною інтенсивністю вхідного потоку. Навчальний посібник”, ВПЦ “Київський університет”, 2016, 120 с.
5. J.R. Artalejo, A. Gomez-Corral “Retrial Queueing Systems. A Computational Approach”, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, 2008, 317 p.
6. V.V. Anisimov “Switching Processes in Queueing Models”, John Wiley & Sons, 2008, 345 p.
7. Л. С. Глоба “Математичні основи побудови інформаційно-телекомунікаційних систем. Навч. посіб.”, К.: Норіта-плюс, 2007. – 360 с.
8. В.В.Анисимов, Е.А. Лебедев “Стохастические сети обслуживания. Марковские модели: Учеб. пособие”, К.: Либідь, 1992. – 206 с.
9. Theodore J. Sheskin Markov Chains and Decision Processes for Engineers and Managers, Taylor & Francis Group, 2011, 465 p.
10. Steve Brooks, Andrew Gelman, Galin Jones, Xiao-Li Meng Handbook of Markov Chain Monte Carlo, Chapman and Hall/CRC, 2011, 624 p.
11. George W. Cobb What Is Markov Chain Monte Carlo and Why It Matters, Taylor & Francis Group, 2019, 200 p.
12. Жерновий Ю. В. Создание моделей систем обслуживания в среде GPSS World: Учебн. пособие. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 208 с.

<sup>1</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.