

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра вищої математики та системного аналізу (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи



(підпис)

О.Г.Ніколаєв

(ініціали та прізвище)

« 01 » _____ 09 _____ 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

МОДЕЛІ І МЕТОДИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **12 «Інформаційні технології»**

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **124 «Системний аналіз»**

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: **«Системний аналіз і управління»**

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2020 рік

Робоча програма «МОДЕЛІ І МЕТОДИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ»
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю

124 «Системний аналіз» освітньою програмою «Системний аналіз і управління»

« 26 червня 2020» р. – 12 с.

Розробник: Брисіна І.В., доцент кафедри вищої математики та
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)
системного аналізу, к.фіз.-мат.н., доцент


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та
(назва кафедри)
системного аналізу

Протокол № 11 від « 26 червня 2020» р.

Завідувач кафедри: д.фіз.-мат.н, професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.Г.Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 12 «Інформаційні технології» (шифр та найменування) Спеціальність 124 Системний аналіз (код та найменування) Освітня програма «Системний аналіз і управління» (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	вибіркова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 5		2023/ 2024
Індивідуальне завдання: відсутнє		Семестр
Загальна кількість годин – 150 денна –48		8-й
		Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 8.5		24 години
		Практичні, семінарські
		24 години
		Лабораторні
		Самостійна робота
		102 години
		Вид контролю
		Модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 48/102

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння методів аналізу систем масового обслуговування, побудованих на фундаментальних принципах теорії ймовірностей, випадкових процесів і математичної статистики.

Завдання: набуття навичок, які дають можливість досліджувати найбільш загальні властивості, абстрагуючись від тих, які не мають суттєвого значення.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК -1).
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК -2).
3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК -4).
4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК -7).
5. 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 (ФК1);
6. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів (ФК2);
7. Здатність будувати математично-коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами (ФК3);
8. Здатність визначати основні чинники, які впливають на розвиток фізичних, економічних, соціальних процесів, відокремлювати в них стохастичні та невизначені показники, формувати їх у вигляді випадкових або нечітких величин, векторів, процесів та досліджувати залежності між ними (ФК4);
9. Здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з ясністю і точністю і в таких формах, які підходять для аудиторії як усно так і в письмовій формі (ФК9);
10. Здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати дані, отримані в них (ФК10).

Програмні результати навчання:

1. Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, векторну та лінійну алгебру, аналітичну геометрію та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу (ПРН - 1).

2. Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів, використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів (ПРН - 3).

3. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання та прогнозування, оцінювати вихідні дані (ПРН – 14).

Міждисциплінарні зв'язки: алгебра та геометрія, математичний аналіз, функціональний аналіз, теорія ймовірностей, математична статистика, випадкові процеси,

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1

Тема 1. Вступ до дисципліни.

Постановка задач теорії масового обслуговування. Досягнення вітчизняної школи.

Обґрунтування важливості вивчення теорії у зв'язку з розгляданням комп'ютерних мереж як систем масового обслуговування. Застосування в теорії надійності.

Тема 2. Основні поняття теорії масового обслуговування.

Приклади та властивості ймовірнісних законів, що відіграють принципову роль у дослідженні моделей масового обслуговування. Фундаментальна властивість показникового розподілу, розподіли Пуассона, Гнеденка – Вейбулла, Ерланга. Приклади розподілів типу «heavy-tail». Суміші розподілів. Порядкові статистики. Інтенсивність відмови (hazard rate) та класифікація випадкових величин згідно з нею: DHR, IHR, NMHR, Bathtub – shaped. Розподіли IMRL, DMRL, NBUE та їх специфіка у СМО.

Тема 3. Процес відновлення. Функція відновлення, щільність відновлення. Інтегральне рівняння. Простіший потік однорідних подій як процес відновлення. Означення Хінчина.

Змістовий модуль 2

Тема 4. Марківські однорідні процеси зі счисленною множиною станів. Простіший потік випадкових подій як процес Маркова.

Тема 5. Класифікація Кендалла. Процеси Маркова в теорії масового обслуговування. Система Ерланга $M|M|n|0$. Ймовірність втрати вимоги. СМО зі скінченною кількістю місць для чекання $M|M|n|c$. Системи із очікуванням $M|G|1|\infty|$ (з необмеженою кількістю місць). Розподіл часу чекання моменту початку обслуговування. Принципове значення завантаження СМО для існування стаціонарного розподілу. Вихідний потік та проблеми багатофазових СМО.

Модуль 2.

Змістовий модуль 3

Тема 6. Поняття дисциплін обслуговування та їх впливу на показники СМО. Класифікація дисциплін. FCFS, LCLS –PR, SRPT, PS, FB. Дисципліни обслуговування в застосуванні до комп'ютерних мереж. Поняття про оптимальність. Важливі результати щодо оптимальності.

Тема 7. Системи масового обслуговування, в яких процес обслуговування не є процесом Маркова. $M|G|1|\infty|$ Випадок довільного розподілу часу обслуговування. Формула Літгла. Метод ведення додаткової змінної та побудови системи інтегро-диференціальних рівнянь для пошуку характеристик СМО на прикладі $M|G|1|\infty|$ LCFS PR та $M|G|1|\infty|$ PS дисциплін. Інваріантні дисципліни. Формули Поллачека - Хінчина. Характеристики процесу обслуговування (середня черга та середній час очікування) в $M|G|1|\infty|$ FCFS.

Тема 8. Системи обслуговування з повторними викликами. Огляд деяких інших випадків СМО. Послідовні фаза обслуговування та мережі СМО.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі										
		л	п	лаб	інд	с.р.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Основи теорії масового обслуговування												
Тема 1. Вступ до дисципліни.	5	1	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Тема 2. Основні поняття теорії масового обслуговування.	13	1	2	–	–	10	–	–	–	–	–	–
Тема 3. Процес відновлення.	20	4	4			12						
Разом за змістовним модулем 1	38	6	6	–	–	26	–	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 2. Процеси Маркова в теорії масового обслуговування												
Тема 4. Марковський процес.	4	2	-			2						
Тема 5. Процеси Маркова в теорії масового обслуговування. Характеристики систем $M M n 0$ $M M n c$, $M M 1 \infty$	28	4	4	–	–	20	–	–	–	–	–	–
Модульний контроль 1	2		2									
Разом за змістовим модулем 2	34	6	6	–	–	22	–	–	–	–	–	–
Модуль 2												
Змістовий модуль 3.												
Тем 6. Дисципліни обслуговування	16	4	2			10						
Тема 7. Системи	22	4	4	–	–	14	–	–	–	–	–	–

масового обслуговування, в яких процес обслуговування не є процесом Маркова $M G 1 \infty $												
Тема 8. Системи обслуговування з повторними викликами . Послідовні фази. Мережі.	38	4	4	–	–	30	–	–	–	–	–	–
Модульний контроль 2	2		2									
Разом за змістовим модулем 3	78	12	12			54						
Разом за семестр	150	24	24			102						

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1			
2			
	Разом		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Вступ до теорії. Класифікація випадкових величин у ТМО. Суміші. Згортки. Порядкові статистики.	2
2-3	Процеси відновлення	4
4-5	Процеси масового обслуговування, що задовольняють умовам Маркова. Рівняння Колмогорова. Системи з втратами та системи з очікуванням. $M M n k$.	4
6	Модульний контроль 1	2
7	Дисципліни обслуговування	2
8-9	Системи масового обслуговування, в яких процес обслуговування не є процесом Маркова . Основний приклад: $M G 1 \infty $	4
10-11	Системи з повторними викликами. Системи з послідовними фазами. Мережі.	4
12	Модульний контроль 2	2
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1			
2			
	Разом		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до дисципліни. Сучасні методи дослідження СМО, напрямки розвитку у наукових центрах світу.	4
2	Основні поняття теорії масового обслуговування	10
3	Процеси відновлення.	12
4	Марковський процес.	2
5	Процеси Маркова в теорії масового обслуговування. Характеристики систем $M M n 0$ $M M n c$, $M M 1 \infty$	20
6	Дисципліни обслуговування.	10
7	Системи масового обслуговування, в яких процес обслуговування не є процесом Маркова . Основний приклад: $M G 1 \infty $	14
8	Системи обслуговування з повторними викликами . Послідовні фази. Мережі.	30
	Разом	102

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи за 5 семестр	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на практичних заняттях	0...2	8	0...16
Самостійна робота	0...1	8	0...8
Модульний контроль	0...24	1	0...25
Модуль 2			
Робота на практичних заняттях	0...2	6	0...12
Самостійна робота	0...1	6	0...6
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Виконання та захист розрахункової роботи	0...20	1	0...20
Всього за семестр (*)			0...112

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та трьох практичних завдань. За кожне теоретичне питання та практичне завдання студент може отримати до 20 балів. Максимальна сума всіх балів – 100.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

знати:

- Основні означення та теореми теорії .
- Класифікацію Кендалла.
- Поняття ергодичності. Принципове значення величини завантаження.
- Означення процесів Маркова. Приклади застосування процесів Маркова та межі їх застосування.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

- **Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання. Знати основні означення. Основні означення та теореми теорії.
- Класифікацію Кендалла.

Означення процесів Маркова. Приклади застосування процесів Маркова.

Відповіді студента розкривають суть питань без достатньої повноти і обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів.

Добре (75-89). Твердо знати матеріал, захистити всі індивідуальні завдання.

Знати основні класи СМО. Чітко відрізнити випадки Марковських та немарковських процесів.

Чітко пояснювати, які помилки в проектуванні СМО приводять до втрат клієнтів, чергам та марнуванню часу.

У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки непринципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань. Завдання в цілому виконуються без помилок, але в обґрунтуванні розв'язання є певні недоліки.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Відзначати межі використання аналітичних методів. Знати напрямки оптимізації показників роботи СМО.

Курсову роботу не передбачено навчальним планом.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з таблицею наведеною в п. 12.1. Дано деякі пояснення до таблиці.

Робота на лекції – активна форма засвоєння матеріалу курсу: 0,5 бала ставиться за продумані питання, які студент задає лектору, участь в обговоренні предмета лекції, відповіді на питання, які по ходу лекції задає викладач. Активність студента може заохочуватися додатковими коефіцієнтами, які множаться на 0,5 бала.

Робота на практичному занятті оцінюється так: 2 бали за самостійно розв'язану задачу або за обґрунтовану відповідь на теоретичне питання з доведенням основних положень; 1 бал за розв'язану задачу за допомогою викладача.

Самостійна робота – 1 бал ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи за темами, зазначеними в назві роботи.

Модульний контроль проводиться на 6 і 12 тижнях на практичних заняттях.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/>

Комплекс включає в себе такі обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;

- методичні вказівки та рекомендації для виконання розрахункових та практичних робіт , а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

13. Методичне забезпечення

1. Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах : навч. посібник для вузів / І.В. Брисіна, О.В. Головченко , Г.І. Кошовий та ін.; під заг. ред. О.Г. Ніколаєва, В.С. Проценка, В.О. Рвачова. – Х. : Нац. аерокосм. ун.-т «Харк. авіац. ін-т», 2004. – 1043 с.
2. Брисіна, І. В. Випадкові процеси: навч. посіб. [Текст] / І. В. Брисіна, В. О. Макарічев. – Харків: ХАІ, 2009. – 36 с.

14. Рекомендована література

Основна

1. Горбань І.Т. Теорія ймовірностей і математична статистика для наукових працівників та інженерів. НАНУ, Інститут проблем математичних машин і систем, К., 2003 – с. 244.
2. Жерновий Ю.В. Марковські моделі масового обслуговування. Львів :- Видавництво центру ЛНУ ім. Івана Франка, 2004, - 154 с.
3. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І., Савіна С. С. Стохастичні процеси та моделі в економіці, соціології, екології: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2002. — 226 с.
4. Коломієць С.В. Теорія випадкових процесів: практикум. – Суми: ДВНЗ «УБС НБУ», 2011. – 80 с.
5. Adan I. Queueing Theory [Текст]/ I. Adan, J. Resing. – The Netherlands: Department of Mathematics and Computing Science Eindhoven University of Technology, 2002. – 123 p.
6. Barlow R., Proshan F. Mathematical theory of reliability, SIAM, 1996, 258

Допоміжна

1. Анисимов В.В., Закусило О.К., Донченко В.С. Элементы теории массового обслуживания и асимптотического анализа систем- К. : Вища школа, 1987.-248 с.
2. Анисимов В.В., Лебедев Е.А. Стохастические сети обслуживания. Марковские модели. Учебное пособие, К.: Либідь ,1992 , - 206 с.
3. Бочаров, П. П. Теория массового обслуживания / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. – М. : РУДН, 1995.
4. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей .-М. Ленанд , 2015.-448 с.
5. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания, – М. URSS, 2013 Б –400 с.
6. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания / Л.Клейнрок; пер. с английского . - М.: Наука, 1979. – 431 с.
7. Саати Т.Н. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения: Пер. с англ. /Под. ред. И.Н. Коваленко, Издание 2, М., 1971.

8. Соловьев А.Д. Анализ системы $M|G|1|_{\infty}$ для различных дисциплин обслуживания. Сборник Теория массового обслуживания- под редакцией Б.В. Гнеденко, В.В. Калашникова, М.: ВНИИСИ, 1981, с. 178-181.
9. Хемди А.Таха Введение в исследование операций М.: изд. Дом Вильямс, 2005, 912 с.
10. Хинчин А.Я.- Работы по математической теории массового обслуживания. М.1963, 235 с.

15. Інформаційні ресурси

<http://probability.univ.kiev.ua/index.php?page=history>

http://www.cse.cuhk.edu.hk/~cslui/csc5420_lecture_old.html

<http://web2.uwindsor.ca/math/hlynka/queue.html>