

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь

Затверджено

На засіданні
кафедри математичної статистики і
диференціальних рівнянь
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 22.06.2023 р.)



Завідувач кафедри:

Олег БУГРІЙ

Силабус з навчальної дисципліни
“ Методи дослідження стохастичних систем ”,
що викладається в межах ОПШ
“ Статистичний аналіз даних ”
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 112 - Статистика

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Методи дослідження стохастичних систем
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 - Математика та статистика 112 – Статистика
Викладачі дисципліни	Жерновий Юрій Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
Контактна інформація викладачів	yuriy.zhernovyy@lnu.edu.ua , https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/zhernovyi_yu_v ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 267, головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
Сторінка курсу	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/mdss-112-mag
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Методи дослідження стохастичних систем” є вибірковою дисципліною з спеціальності 112-Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 2-му семестрі в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Розглянуто методи дослідження стохастичних систем, зокрема систем масового обслуговування. Аналітичні методи ґрунтуються на теорії марковських процесів, а імітаційні моделі побудовані за допомогою GPSS World. Поєднання цих методів дає змогу з достатньою точністю визначати стаціонарні характеристики систем з довільними розподілами проміжків часу між моментами надходження замовлень та часу обслуговування.
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> ознайомлення студентів з методами дослідження стохастичних систем <i>Цілі:</i> формування вмінь та навичок для застосування аналітичних методів та методів імітаційного моделювання для визначення ефективності систем
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Жерновий Ю.В. Марковські моделі масового обслуговування: Тексти лекцій. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2004. – 154 с. 2. Жерновий Ю.В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2007. – 312 с. 3. Жерновий Ю.В. Імітаційні моделі надійності: Практикум з використання GPSS World. – Житомир: ДП «Житомир-Poligraf», 2020. – 168 с. 4. Zhernovyi Yu. Creating models of queueing systems using GPSS World: Programs, detailed explanations and analysis of results. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 220 p. 5. Sztrik J. Basic Queueing Theory. – Debrecen (Hungary): University of

	Debrecen, 2021. – 254 p. 6. Bertsimas D., Gamarnik D. Queueing Theory: Classical and Modern Methods. – Dynamic Ideas, 2022. – 586 p.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 год. лекційних та 16 годин практичних занять. Самостійної роботи: 72 год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення даного курсу студент повинен: знати: ймовірнісно-статистичні методи дослідження стохастичних систем; вміти: застосовувати різноманітні методи до дослідження стохастичних систем.
Ключові слова	Стохастичні системи, імітаційне моделювання, GPSS World, системи обслуговування, марковські моделі.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з елементарної математики, математичного аналізу, диференціальних рівнянь, лінійної алгебри, теорії ймовірностей та математичної статистики.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія)
Необхідне обладнання	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступною схемою: • робота на практичних заняттях – 10 балів. • індивідуальне завдання, яке нараховує 20 задач, максимальна кількість балів за кожну задачу – 2, всього – 40 балів. Проводиться захист індивідуальних завдань у формі співбесіди. Підсумковий тест з теоретичної частини курсу: 10 тестових питань, кожне по 5 балів, всього – 50 балів. Підсумкова максимальна кількість балів 100. Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом. Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі

	<p>третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до заліку чи екзамену.	<p>Задачі індивідуального завдання складено з навчального матеріалу тем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Потоки випадкових подій та їхні властивості. 2. Марковські процеси в системах масового обслуговування. 3. Дослідження марковських моделей систем масового обслуговування. 4. Основи мови імітаційного моделювання GPSS. Засоби GPSS World. 5. Імітаційні моделі систем масового обслуговування. 6. Порівняння результатів аналітичного та імітаційного моделювання.
Опитування	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “Методи дослідження стохастичних систем”
для студентів спеціальності 112 – Статистика**

Тижні	Лекційний курс		Практичні заняття		Література	Завдання	Термін виконання
	Назва теми	Години	Назва теми	Години			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Класифікація потоків подій. Найпростіший потік. Інтенсивність найпростішого потоку.	2	-	-	[1]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
2	Потік подій як випадковий процес. Основна властивість стаціонарних потоків. Загальна форма стаціонарного потоку без післядії.	2	Властивості найпростішого потоку, стаціонарні та нестаціонарні потоки.	2	[1]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття.	1 тиждень

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Закон розподілу інтервалу часу, на який падає точка. Закон розподілу часу до настання чергової події. Найпростіший потік як частковий випадок стаціонарного потоку Пальма.	2	-	-	[1]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
4	Дискретні марковські випадкові процеси в системах масового обслуговування. Граф можливих станів системи. Система рівнянь для ймовірностей станів для пуассонівської системи масового обслуговування.	2	Граф можливих станів системи. Система рівнянь для ймовірностей станів для пуассонівської системи масового обслуговування.	2	[1,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
5	Поняття про процеси загибелі та розмноження. Знаходження ймовірностей станів для стаціонарного режиму.	2	-	-	[1,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
6	Марковські моделі розімкнених систем обслуговування.	2	Марковські моделі розімкнених систем обслуговування. Визначення стаціонарних імовірностей станів систем.	2	[1,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
7	Марковські моделі замкнених систем обслуговування.	2	-	-	[1,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Основи мови імітаційного моделювання GPSS. Організація надходження і вилучення транзактів. Блоки, що змінюють значення параметрів транзактів.	2	Марковські моделі замкнених систем обслуговування. Визначення стаціонарних імовірностей станів систем.	2	[2-4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
9	Займання та звільнення пристроїв. Перевірка стану пристроїв. Моделювання системи з відмовами.	2	-	-	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
10	GPSS World. Візуалізація результатів моделювання. Стандартний звіт.	2	Моделювання системи з відмовами.	2	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
11	Отримання статистичної інформації про чергу. Статистичні таблиці. Моделювання систем з очікуванням.	2	-	-	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
12	Отримання стаціонарного розподілу кількості замовлень в системі.	2	Моделювання систем з очікуванням. Графіки, гістограми.	2	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
13	Моделювання систем з обмеженням на довжину черги. Отримання розподілів часу перебування в черзі і в системі загалом.	2	-	-	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Моделювання замкнених систем.	2	Моделювання систем з обмеженням на довжину черги.	2	[2-4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
15	Числове інтегрування системи рівнянь для ймовірностей станів. Отримання статистичної інформації для кожного каналу.	2	-	-	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
16	Порівняння результатів аналітичного та імітаційного моделювання систем обслуговування.	2	Моделювання замкнених систем. Порівняння результатів аналітичного та імітаційного моделювання	2	[2-4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
Разом		32		16			