

**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**  
**“ Моделі систем обслуговування та теорії надійності ”,**  
**що викладається в межах ОПШ**  
**“ Статистичний аналіз даних ”**  
**другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з**  
**спеціальності 112 - Статистика**

Львів 2023 р.

<b>Назва дисципліни</b>	Моделі систем обслуговування та теорії надійності
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичний факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	11 - Математика та статистика 112 – Статистика
<b>Викладачі дисципліни</b>	Жерновий Юрій Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:yuriy.zhernovyy@lnu.edu.ua">yuriy.zhernovyy@lnu.edu.ua</a> , <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/zhernovyi_yu_v">https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/zhernovyi_yu_v</a> ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 267, головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/msotn-112-mag">https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/msotn-112-mag</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна “Моделі систем обслуговування та теорії надійності” 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).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Розглянуто аналітичні та імітаційні моделі систем обслуговування і відновлюваних систем теорії надійності, побудовані на основі теорії марковських процесів та за допомогою GPSS World, які дають змогу з достатньою точністю визначати стаціонарні характеристики систем з довільними розподілами проміжків часу між моментами надходження замовлень (часу безвідмовної роботи) та часу обслуговування (відновлення).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<i>Мета:</i> ознайомлення студентів з особливостями побудови моделей систем обслуговування та відновлюваних систем теорії надійності. <i>Цілі:</i> формування вмінь та навичок для застосування розглянутих моделей для визначення ефективності систем.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жерновий Ю.В. Марковські моделі масового обслуговування: Тексти лекцій. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2004. – 154 с.</li> <li>2. Жерновий Ю.В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2007. – 312 с.</li> <li>3. Жерновий Ю.В. Імітаційні моделі надійності: Практикум з використання GPSS World. – Житомир: ДП «Житомир-Poligraf», 2020. – 168 с.</li> <li>4. Zhernovyi Yu. Creating models of queueing systems using GPSS World: Programs, detailed explanations and analysis of results. – Saarbrücken: LAP</li> </ol>

	<p>Lambert Academic Publishing, 2015. – 220 p.</p> <p>5. Nakagawa T. Stochastic Processes: with Applications to Reliability Theory. – Springer, 2011. – 254 p.</p> <p>6. Rausand Marvin, Barros Anne, Hoyland Arnljot. System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications. – 3rd edition. –Wiley, 2021. – 864 p.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 год. лекційних та 16 годин практичних занять. Самостійної роботи: 72 год.
<b>Очікувані результати навчання</b>	У результаті вивчення даного курсу студент повинен: <b>знати:</b> ймовірнісно-статистичні моделі систем обслуговування та теорії надійності; <b>вміти:</b> застосовувати різноманітні методи до дослідження розглянутих моделей.
<b>Ключові слова</b>	Марковські моделі, імітаційне моделювання, GPSS World, системи обслуговування, теорія надійності, відновлювані системи.
<b>Формат курсу</b>	Очний
<b>Теми</b>	Див. Схема курсу
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік у кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з елементарної математики, математичного аналізу, диференціальних рівнянь, лінійної алгебри, теорії ймовірностей та математичної статистики.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія)
<b>Необхідне обладнання</b>	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступною схемою:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• робота на практичних заняттях – 10 балів.</li> <li>• індивідуальне завдання, яке нараховує 20 задач, максимальна кількість балів за кожну задачу – 2, всього – 40 балів.</li> </ul> <p>Проводиться захист індивідуальних завдань у формі співбесіди.</p> <p>Підсумковий тест з теоретичної частини курсу: 10 тестових питань, кожне по 5 балів, всього – 50 балів.</p> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> 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.</p> <p><b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У</p>

	<p>будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> 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. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Питання до заліку чи екзамену.</b>	<p>Задачі індивідуального завдання складено з навчального матеріалу тем:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Марковські моделі систем обслуговування.</li> <li>2. Марковські моделі надійності відновлюваних систем.</li> <li>3. Основи мови імітаційного моделювання GPSS.</li> <li>4. Імітаційні моделі одноканальних та багатоканальних пристроїв.</li> <li>5. Засоби GPSS World.</li> <li>6. Імітаційні моделі систем обслуговування.</li> <li>7. Імітаційні моделі для визначення надійності відновлюваних систем.</li> </ol>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “ Моделі систем обслуговування та теорії надійності ”  
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. Дискретні марковські випадкові процеси в системах обслуговування. Ергодичні марковські процеси. Теорема Маркова.	2	-	-	[1]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
2	Процеси загибелі та розмноження. Марковські моделі систем обслуговування	2	Марковські моделі систем обслуговування.	2	[1]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття.	1 тиждень

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Марковські моделі надійності відновлюваних систем.	2	-	-	[3,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
4	Основи мови імітаційного моделювання GPSS. Організація надходження і вилучення транзактів.	2	Марковські моделі надійності відновлюваних систем.	2	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
5	Блоки, що змінюють значення параметрів транзактів. Займання та звільнення пристроїв.	2	-	-	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
6	Перевірка стану пристроїв. Моделювання системи з відмовами.	2	Моделювання системи з відмовами.	2	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
7	Отримання статистичної інформації про чергу. Статистичні таблиці. Моделювання систем з очікуванням.	2	-	-	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
8	GPSS World. Трансляція та пошук помилок. Візуалізація результатів моделювання. Стандартний звіт.	2	Моделювання систем з очікуванням. Графіки, гістограми.	2	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Моделювання систем з обмеженням на довжину черги, замкнених систем. Отримання стаціонарного розподілу кількості замовлень в системі, розподілів часу перебування в черзі і в системі загалом.	2	-	-	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
10	Числове інтегрування системи рівнянь для ймовірностей станів. Отримання статистичної інформації для кожного каналу.	2	Моделювання систем з обмеженням на довжину черги, замкнених систем. Отримання стаціонарного розподілу кількості замовлень в системі, розподілів часу перебування в черзі і в системі загалом	2	[2,4]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
11	Відновлювана система без резерву.	2	-	-	[3,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
12	Резервування заміщенням відновлюваної системи.	2	Двоелементні відновлювані системи без черги та з чергою на ремонт.	2	[3,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
13	5-елементна відновлювана система з паралельним з'єднанням.	2	-	-	[3,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Відновлювана система «3 з 5» з трьома каналами ремонту.	2	Відновлювана система «3 з 5» з трьома каналами ремонту.	2	[3,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
15	Роздільне резервування заміщенням для відновлюваної системи з послідовним з'єднанням.	2	-	-	[3,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу	1 тиждень
16	Роздільне резервування заміщенням для відновлюваної системи з паралельним з'єднанням.	2	5-елементна відновлювана система з послідовним з'єднанням	2	[3,5,6]	Вивчення лекційного матеріалу. Виконання домашніх завдань згідно з темою практичного заняття	1 тиждень
Разом		32		16			