

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет прикладної математики та інформатики**  
**Кафедра теорії оптимальних процесів**

**Затверджено**

На засіданні кафедри теорії оптимальних процесів факультету прикладної математики та інформатики Львівського національного університету імені Івана Франка  
(протокол № 1\_ від \_7.09. 2020\_ р.)

Завідувач кафедри Шахно С.М.

---

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Дослідження операцій”,**  
**що викладається в межах ОПП Системний аналіз**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з**  
**спеціальності 124 – системний аналіз**

Львів 2020 р.

<b>Назва дисципліни</b>	<b>Дослідження операцій</b>
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет прикладної математики та інформатики, Кафедра теорії оптимальних процесів
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	12 – інформаційні технології 124 – системний аналіз
<b>Викладачі дисципліни</b>	Шахно Степан Михайлович, завідувач кафедри теорії оптимальних процесів, професор, Николайчук Леся Василівна, асистент
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:stepan.shakhno@lnu.edu.ua">stepan.shakhno@lnu.edu.ua</a> ; <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/shahno">https://ami.lnu.edu.ua/employee/shahno</a> ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, ауд. 269. м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю).
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://ami.lnu.edu.ua/?post_type=course&amp;p=15323&amp;preview=true">https://ami.lnu.edu.ua/?post_type=course&amp;p=15323&amp;preview=true</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Цей курс охоплює такі розділи дослідження операцій: Моделі керування запасами (МКЗ), Транспортна задача, Задачі дискретного програмування, Задачі багатокритеріальної оптимізації, МГМ розв'язування екстремальних комбінаторних задач, Моделі ЗУР в умовах невизначеності, Моделі ЗУР в умовах конфлікту, Антагоністичні ігри, Ситуації рівноваги Неша, Елементи теорії систем масового обслуговування. При розгляді конкретних методів з перелічених розділів основна увага зосереджується на строгій постановці задач, обґрунтуванню їх коректності, розгляду ідей побудови методів. Викладення матеріалу здійснюється на основі понять математичного та функціонального аналізу, лінійної алгебри, методів оптимізації. Студенти мають можливість представити результати своїх індивідуальних завдань.
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна “Дослідження операцій” є нормативною дисципліною зі спеціальності 124 – системний аналіз для бакалаврської освітньої програми, яка викладається в 8-му семестрі в обсязі 5-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<b>Мета:</b> Надати студентам знання про принципи та методи математичного моделювання операцій; познайомити з базовими моделями і типовими задачами ДО в умовах визначеності, цілковитої невизначеності, ризику та конфлікту (теорія ігор та методи їхнього розв'язання). <b>Цілі:</b> Навчити студентів: використовувати методологію ДО; виконувати всі етапи операційного дослідження; впроваджувати результати операційного дослідження; класифікувати типові задачі ДО; обирати метод розв'язування задачі ДО відповідно до її типу; перевіряти виконання умов збіжності методів; аналізувати отримані результати.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>БАЗОВА</b> 1. Баргіш М.Я. Дослідження операцій. Частина I. Лінійні моделі:

	<p>підручник / М.Я.Бартіш, І.М.Дудзяний. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007.</p> <p>2. Бартіш М.Я. Дослідження операцій. Частина 2. Алгоритми оптимізації на графах: підручник/М.Я.Бартіш, І.М.Дудзяний. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007.</p> <p>3. Бартіш М.Я. Дослідження операцій. Частина 3. Ухвалення рішень і теорія ігор підручник/ М.Я.Бартіш, І.М.Дудзяний. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009</p> <p style="text-align: center;"><b>ДОПОМІЖНА</b></p> <p>4. Волков И. К. Исследование операций: ученик / И. К. Волков, Е.А.Загоруйко: под. ред. В.С. Зарубина, А. П. Крищенко: 2-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2002.</p> <p>5. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій : підручник / Ю.П. Зайченко. – К. : ЗАТ «ВПОЛ», 2000.</p> <p>6. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : учеб.пособие / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман. – М. : ЮНИТИ, 2004.</p> <p style="text-align: center;"><b>ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ</b></p> <p>Вивчення дисципліни студентами передбачає вміння використовувати різні інформаційні ресурси, в тому числі: підручники, навчальні посібники, конспекти лекцій, Internet джерела.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 70 год., з них 28 год. лекцій і 42 год. лабораторних занять. Самостійної роботи: 80 год.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p><b>Завдання.</b> Навчити студентів: використовувати методологію ДО; виконувати всі етапи операційного дослідження; впроваджувати результати операційного дослідження; класифікувати типові задачі ДО; обирати метод розв'язування задачі ДО відповідно до її типу; перевіряти виконання умов збіжності методів; аналізувати отримані результати.</p> <p>В результаті вивчення даного курсу студент повинен</p> <p><b>знати:</b> типові моделі ДО; типові методи оптимізації, які використовують під час вивчення та аналізу цих моделей; приклади підкласів задач ДО, що мають ефективні розв'язки з апріорно доведеними оцінками якості,</p> <p><b>вміти:</b> застосовувати вивчені методи до конкретних задач ДО.</p>
<b>Ключові слова</b>	Операція, стратегія, критерій оптимальності, ухвалення рішень, керування запасами, транспортна задача, задача ухвалення рішень, теорія ігор, біматричні ігри, динамічні ігри.
<b>Формат курсу</b>	Очний, дистанційний . Проведення лекційних та лабораторних занять, виконання індивідуальних завдань, реалізація програм і консультації.
<b>Теми</b>	<p style="text-align: center;"><b>Тема 1. Дисципліна ДО.</b> Мета і предмет ДО. Операція. Оперуюча сторона. ОУР.Стратегії. Критерії оптимальності. Ухвалення рішень в умовах визначеності /невизначеності. Багатокритеріальна система переваг ОУР.</p> <p style="text-align: center;"><b>Тема 2. Керування запасами.</b> Необхідність створення запасів. Класифікація систем постачання. Базові позначення.</p>

**Тема 3. Базові моделі керування запасами.** Детерміновані одно ресурсні статичні з періодичним постачанням (ДОСП) МКЗ без дефіциту. ДОСП МКЗ з дефіцитом. ДОСП МКЗ з оптовими поставками. Базові положення детермінованих одно ресурсні статичних МКЗ з неперервним постачанням (ДОСП) МКЗ. Модифікація ДОСП МКЗ.

**Тема 4. Властивості ТЗ.** Постановка ТЗ. Властивості закритої ТЗ.

**Тема 5. Опорні плани.** Властивості опорних планів. Алгоритми побудови опорних планів ТЗ.

**Тема 6. Метод потенціалів.** Критерій оптимальності плану перевезення.

**Тема 7. Моделі задач дискретного програмування.** Моделі задач цілочисельного лінійного програмування. Екстремальні комбінаторні задачі. Задачі: про призначення, про розміщення вантажів, комівояжера. Комбінаторні методи розв'язування задач ДП. Угорський метод розв'язування задачі про призначення.

**Тема 8. МГМ розв'язування екстремальних комбінаторних задач.** Загальна ідея методу гілок і меж (МГМ). МГМ розв'язування екстремальних комбінаторних задач.

**Тема 9. Базові поняття методу ДНП.** Базові поняття. Обмеження ДНП. Методика обчислення оптимального значення задачі. Принцип оптимальності Беллмана. Пряма і зворотна прогонка ДНП.

**Тема 10. Приклади типових задач, які розв'язують методом ДНП.** Задачі: розподіл ресурсу; завантаження транспортного засобу; розподіл інвестицій; наймання працівників на роботу.

**Тема 11. Ефективні та слабо ефективні розв'язки.** Постановка задач. Порівнюваність значень різних критеріїв і зведення їх до однієї шкали. Ефективні розв'язки (Парето-оптимальні). Слабо ефективні розв'язки (оптимальні за Слейтером). Виокремлення множин Парето/Слейтера у дискретному випадку. Виокремлення множини Парето у неперервному випадку.

**Тема 12. Виокремлення розв'язків.** Метод лінійного згортання критеріїв. Метод максимінного згортання критеріїв. Головний критерій

**Змістовний модуль 7 (шифр ЗМ7) Моделі ЗУР в умовах невизначеності**

**Тема 13. Ухвалення рішень в умовах цілковитої невизначеності.** Моделі ЗУР в умовах ризику. Матриця рішень. Інформаційні стани. Головні критерії ухвалення рішень в умовах цілковитої невизначеності. Похідні критерії.

**Тема 14. Ухвалення рішень в умовах оцінюваної невизначеності.** Критерій математичного сподівання. Дерево рішень. Цінність додаткової інформації. Врахування ризику. Критерій мат сподівання-дисперсії. Матричні ігри: нижня/верхня ціна гри, матрична гра з сідловою точкою.

**Тема 15. Базові положення теорії ігор.** Визначення безкоаліційної гри у нормальній формі. Класифікація ігор. Раціональність гравців і концепція спільного знання. Приклади біматричних ігор. Розгорнута (позиційна) форма гри. Статична гра (СГ). (СГ) з вичерпною інформацією. СГ з частковою інформацією. Домінування стратегій. Складна рівновага. Оптимальність за Парето.

**Тема 16. Обережні стратегії.** Обережні стратегії в СГ. Обережні стратегії в антагоністичній грі (АГ). Верхня/нижня ціна АГ. Розв'язування матричних ігор. Розв'язування нескінченних АГ (неперервні ігри, увігнуто-опуклі ігри).

**Змістовний модуль 10 (шифр ЗМ10). Ситуації рівноваги Неша (СРН)**

	<p><b>Тема 17. СРН у чистих стратегіях.</b> СРН. Раціональний відгук гравця. Криві реакції гравців. Теорема Неша. Визначення СРН у чистих стратегіях.</p> <p><b>Тема 18. Ситуації рівноваги Неша у змішаних стратегіях (СРНЗС).</b> Змішані стратегії. Очікувані виграші гравців. Змішане розширення СГ. Ситуації рівноваги Неша у змішаних стратегіях (СРНЗС). Базові теореми про СРНЗС. Виродженість платіжної матриці.</p> <p><b>Тема 20. ДГ з довершеною інформацією (ДГДІ).</b> Метод зворотної індукції (МЗІ) у ДГ з довершеною інформацією (ДГДІ). Оптимальний розв'язок ДГДІ. Стратегії гравців.</p> <p><b>Тема 21. ДГ з недовершеною інформацією (ДГНІ).</b> Перехід від нормальної до позиційної гри. ДГ з майже довершеною інформацією (ДГМДІ). Зведення ДГНІ до ДГМДІ. Модифікація МЗІ для ДГМДІ. ДГ з неповною інформацією.</p> <p><b>Тема 22. Базові положення СМО.</b> Базові поняття. Класифікація СМО. Поняття Марківського випадкового процесу. Потоки подій. Рівняння Колмогорова. Граничні ймовірності станів. Процес розмноження та вимирання. СМО з чергою.</p> <p><b>Тема 23. СМО з відмовами.</b></p>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Екзамен у кінці семестру.
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з <ul style="list-style-type: none"> <li>- Математичного аналізу; алгебри,</li> <li>- Програмування,</li> <li>- Методів оптимізації,</li> </ul> достатніх для сприйняття сучасних методів розв'язування задач дослідження операцій.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Лекції, лабораторні заняття в аудиторіях та комп'ютерних класах. Індивідуальні завдання.
<b>Необхідне обладнання</b>	Комп'ютер із стандартним програмним забезпеченням, Internet доступ..
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: Виконання домашніх індивідуальних завдань, відповіді та самостійна робота на лабораторних заняттях (максимум) 35 балів,</p> <p>Результати колоквіуму (максимум) =15 балів.</p> <p>Усього 50 балів..</p> <p>Екзамен – 50 балів.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Відвідування лекцій та лабораторних завдань обов'язкове. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Питання до екзамену.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вступ у дослідження операцій.</li> <li>2. Головні етапи та принципи операційних досліджень.</li> <li>3. Планування цілеспрямованих дій та ухвалення рішень.</li> <li>4. Розв'язування транспортної задачі. Постановка.</li> <li>5. Властивості ТЗ.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Алгоритм розв'язування ТЗ.</li> <li>7. Методи побудови опорного плану (метод північно-західного кута, метод мінімального елемента, Фогеля).</li> <li>8. Критерій оптимальності плану перевезень. Теорема.</li> <li>9. Алгоритм методу потенціалів.</li> <li>10. Транспортна задача за критерієм часу.</li> <li>11. Виродженість і зациклення в ТЗ.</li> <li>12. Цілочисельне лінійне програмування.</li> <li>13. Метод гілок і меж розв'язування задач ЦЛП.</li> <li>14. Задача комівояжера.</li> <li>15. Метод гілок і меж розв'язування задачі комівояжера.</li> <li>16. Алгоритм методу гілок і меж розв'язування задачі комівояжера.</li> <li>17. Задача про призначення. Угорський метод розв'язування задачі.</li> <li>18. Задачі керування запасами. Класифікація систем постачання.</li> <li>19. Детермінована одноресурсна статична МКЗ у випадку періодичних поставок (без дефіциту, з дефіцитом).</li> <li>20. Детермінована одноресурсна статична МКЗ у випадку неперервного постачання.</li> <li>21. Задачі багатокритеріальної оптимізації.</li> <li>22. Багатокритеріальні задачі оптимізації в умовах визначеності. Множини Парето і Слейтера.</li> <li>23. Виокремлення розв'язків. Метод лінійного згортання критеріїв.</li> <li>24. Метод максимінного згортання критеріїв.</li> <li>25. Метод головного критерію.</li> <li>26. Ухвалення рішень в умовах цілковитої невизначеності. Головні критерії (ММ, БЛ, Севіджа, Гурвіца, Гермейєра).</li> <li>27. Ухвалення рішень в умовах ризику.</li> <li>28. Ухвалення рішень в умовах конфлікту.</li> <li>29. Приклади ігор в нормальній формі та позиційній формі.</li> <li>30. Статичні ігри з вичерпною інформацією. Концепція домінування стратегій.</li> <li>31. Ситуації рівноваги Неша.</li> <li>32. Ситуації рівноваги Неша у змішаних стратегіях.</li> <li>33. Антагоністичні ігри. Верхня та нижня ціна гри. Сідлові точки.</li> <li>34. Матричні ігри у змішаних стратегіях.</li> <li>35. Матрична гра <math>2 \times 2</math>.</li> <li>36. Матричні ігри <math>2 \times n</math> і <math>m \times 2</math>.</li> <li>37. Нескінченні антагоністичні ігри.</li> <li>38. Задачі заміни і ремонту обладнання (класифікація).</li> <li>39. Задачі заміни і ремонту обладнання довготривалого користування.</li> <li>40. Задачі заміни з метою передбачення виходу з ладу обладнання.</li> <li>41. Задачі заміни і ремонту обладнання довготривалого користування.</li> <li>42. Динамічні ігри. Базові положення.</li> <li>43. Класифікація динамічних ігор.</li> <li>44. Стратегії гравців.</li> <li>45. Динамічні ігри з довершеною інформацією.</li> <li>46. Динамічні ігри з недовершеною інформацією.</li> </ol>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.