



## МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Перший(бакалаврський)
Мова викладання	Українська, Англійська
Семестр	Шостий
Обсяг кредитів ЄКТС	4
Форма здобуття освіти	Денна

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань. *Вміти* формалізувати оптимізаційні задачі; *будувати* математичні моделі задач прийняття рішень, вибирати та застосовувати методи розв'язування задач прийняття рішень; *знати* методологію, етапи процесу прийняття рішень, методи прийняття рішень в умовах визначеності, складних ситуацій; *знати* основні класи оптимізаційних задач та приклади їхнього практичного застосування; *досліджувати* ефективність алгоритмів; *вибрати* оптимальний алгоритм для розв'язання задачі; *використовувати* програмні засоби для знаходження оптимального розв'язку.

**Пререквізити** – Математичний аналіз, Алгоритми та структури даних

**Кореквізити** – Управління ІТ-проектами

**Зміст навчальної дисципліни.** Загальна задача лінійного програмування. Графічний метод розв'язання. Симплексний метод. Двоїстість. Транспортна задача. Цілочислове програмування. Дробово-лінійне програмування. Задачі нелінійного програмування.

**Запланована навчальна діяльність.** Лекції – 17 год, лабораторні роботи – 34 год., самостійна робота – 69 год., разом – 120 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття, самостійна робота.

**Форми оцінювання результатів навчання:** захист лабораторних робіт

**Форма семестрового контролю:** залік

### Навчальні ресурси:

1. Григорків В.С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі: посібник. - Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с
2. Синєглазов В. М. Математичні методи оптимізації: навч. посібн./ В.М. Синєглазов, О. А. Зеленков, Ш. І. Аскеров. – Нац. Авіаційний ун-т. – К.: Освіта України, 2018. – Ч. 1. – 329 с.
3. О.І. Лисенко, І.В. Алексеєва, Дослідження операцій. Конспект лекцій, –К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
4. Сікора Я. Б. Методи оптимізації : навч.-метод. посібник / Я.~Б.~Сікора. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2012. – 82 с.
5. D. Luenberger, Y. Ye, Linear and Nonlinear Programming, , Springer, 2013, – 551 p.
6. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua>
7. Репозитарій ХНУ:<https://elar.khmnu.edu.ua/home>

**Викладач:** доктор фізико-математичних наук, професор Леонід БЕДРАТЮК

### 3. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна “Методи оптимізації” є однією з дисциплін загальної підготовки і посідає важливе місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Інженерія програмного забезпечення».

**Пререквізити** – Математичний аналіз, Алгоритми та структури даних

**Кореквізити** – Управління ІТ-проєктами

**Мета дисципліни.** Забезпечення систематичного підходу до пошуку оптимального рішення для широкого кола реальних оптимізаційних задач

**Предмет дисципліни.** Типові моделі оптимізаційних задач та алгоритми їхнього розв’язання

**Завдання дисципліни.** Надати студентам знання про основні задачі, математичні методи моделі та практичні інструменти оптимізації та прийняття рішень

Відповідно до *Стандарту вищої освіти* із та освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

**компетентностей:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК8. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань інженерії програмного забезпечення

ФК14. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

**програмних результатів навчання:**

ПРН1. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПРН5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об’єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПРН13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об’єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань. *Вміти* формалізувати оптимізаційні задачі; *будувати* математичні моделі задач прийняття рішень, вибирати та застосовувати методи розв’язування задач прийняття рішень; *знати* методологію, етапи процесу прийняття рішень, методи прийняття рішень в умовах визначеності, складних ситуацій; *знати* основні класи оптимізаційних задач та приклади їхнього практичного застосування; *досліджувати* ефективність алгоритмів; *вибрати* оптимальний алгоритм для розв’язання задачі; *використовувати* програмні засоби для знаходження оптимального розв’язку.

**Політика дисципліни** Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов’язаний відвідувати лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, тощо, згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, виконувати усі завдання та контрольні точки відповідно до графіка. Пропущені практичні заняття і

лабораторні роботи студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять і лабораторних робіт студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перерахування результатів навчання та визначення академічної різниці у ХНУ.

#### 4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:		
	Лекції	Лаб роб.	Сам. роб.
2 семестр			
Тема 1. Лінійна оптимізація	13	26	45
Тема 2. Нелінійна оптимізація	2	4	12
Тема 3. Динамічне програмування	2	4	12
Всього семестр	17	34	69

#### 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

##### 5.1. Зміст лекційного курсу\*

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Другий семестр</i>	
1-7	<p><b>Тема 1. Лінійна оптимізація</b></p> <p><i>Лекція 1. Загальна задача лінійного програмування (ЗЛП). Моделі. Стандартна форма ЗЛП, цільова функція, обмеження. Канонічна форма ЗЛП. Векторна форма. Приклади.</i></p> <p><i>Лекція 2. Графічний метод розв'язання ЗЛП. Побудова многогранника допустимих розв'язків, опорна пряма, градієнт. Вироджені випадки.</i></p> <p><i>Лекція 3. Симплексний метод розв'язання ЗЛП. ведення загальної ЗЛП до канонічної форми. Загальні поняття про симплекс-метод розв'язування ЗЛП. Алгоритм симплекс-методу розв'язування ЗЛП. Ознака оптимальності опорного плану. Приклади розв'язування задач симплекс-методом.</i></p> <p><i>Лекція 4. Двоїстість у лінійному програмуванні. Поняття двоїстості. Правила побудови двоїстих задач. Співвідношення двоїстості. Двоїстий симплекс-метод.</i></p> <p><i>Лекція 5. Транспортна задача. Постановка задачі. Матриця планування. Збалансована на незбалансована задача. умови існування розв'язку. Метод потенціалів та метод північно-західного кута. Програмне забезпечення для розв'язання транспортної задачі.</i></p> <p><i>Лекція 6. Цілочислове програмування. Постановка задачі. Метод Гоморі. Задачі про рюкзак, оптимальний розкрій, про призначення. Програмне забезпечення для задачі цілочисельного програмування.</i></p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

	<i>Лекція 7. Дробово-лінійне програмування. Постановка задачі дробово-лінійного програмування. Симплексний метод розв'язування задачі. Графічний метод розв'язування задачі дробово-лінійного програмування.</i>	1
8	<b>Тема 2. Нелінійна оптимізація</b> <i>Лекція 8. Задачі нелінійного програмування (ЗНП).Постановка ЗНП. Графічний метод розв'язування ЗНП. Метод множників Лагранжа.</i>	2
9	<b>Тема 3. Динамічне програмування.</b> <i>Лекція 9. Динамічне програмування. Постановка задачі динамічного програмування. Принцип поетапної побудови оптимального управління. Приклади ЗДП.</i>	2
	Разом за другий семестр:	17

## 5.2 Зміст лабораторних занять

Номер теми	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Зведення практичної задачі до задачі лінійного програмування	3
2	Графічний метод розв'язання задачі лінійного програмування	3
3	Розв'язання задачі лінійного програмування	4
4	Розв'язання цілочисельної задачі лінійного програмування	6
5	Транспортна задача	6
6	Задачі нелінійної безумовної оптимізації	6
7	Оптимізація функцій багатьох змінних	6
	Разом за семестр	34

## 5.3 Зміст самостійної роботи

Номер тижня	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу. . Підготовка до виконання лабораторної роботи №1	3
2	Опрацювання лекційного матеріалу. . Підготовка до виконання лабораторної роботи №1. Захист лабораторної роботи №1	3
3	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2	3
4	Опрацювання лекційного матеріалу. . Підготовка до виконання лабораторної роботи №2. Захист лабораторної роботи №2	3
5	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3	3
6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3 Захист лабораторної роботи №3	3

7	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4	3
8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4	3
9	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. захист лабораторної роботи №3	3
10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №5.	4
11	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи № 5.	4
12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №5. захист лабораторної роботи №5	4
13	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №6.	4
14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання та захисту лабораторної роботи №6	4
15	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №6. захист лабораторної роботи №6	4
16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7.	4
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7	4
18	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7. захист лабораторної роботи №7	4
	Разом за семестр	69

## 5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Заняття проводяться з використанням інформаційних технологій, мають за мету – забезпечення систематичного підходу до пошуку оптимального рішення для широкого кола реальних оптимізаційних задач.

## 7. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Контроль за засвоєнням навчального матеріалу здійснюється на основі поточного контролю. При оцінюванні знань студентів здійснюються різні засоби контролю, зокрема поточний контроль (опрацювання теоретичного матеріалу), тестові завдання, контрольні роботи. Проміжний контроль, що полягає у перевірці знань студентів по темам здійснюється у формі тестових завдань. Одержані студентом оцінки під час поточного, проміжного контролю не перездаються. Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою. Підсумкова оцінка за семестр виставляється із урахуванням всіх оцінок, одержаних студентом за семестр та результатів заліку. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з врахуванням вагових коефіцієнтів. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід, вважається невстигаючим.

При оцінюванні знань студентів здійснюються різні засоби контролю, зокрема поточний контроль здійснюється під час лабораторних занять, при чому враховуються різні види роботи. Пропущене лабораторне заняття студент повинен відпрацювати у встановлений викладачем термін. Протягом семестру студент повинен отримати не менше 4 оцінок на лабораторне заняттях.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „відмінно” отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння зв’язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження і конструктивні рішення. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення.

Оцінку „добре” отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування в вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу.

Оцінка „незадовільно” виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекидає їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань.

На основі результатів поточного контролю виставляється підсумкова семестрова оцінка.



**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота							Семестровий контроль
Лабораторні роботи №:							іспит
1	2	3	4	5	6	7	
0,6							0,4

**Перехід від вітчизняної шкали оцінювання до європейської (ECTS)**

**Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

Оцінка ЄКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка	
A	4,75–5,00	5	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Екзамен виставляється при отриманні студентом з дисципліни від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться «зараховано», а за шкалою ECTS - оцінка, що відповідає набраній студентом кількості балів.

**8. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ**

1. Що є метою та предметом методів оптимізації (МО)?
2. Що є об'єктами МО ?
3. Що таке операція?
4. Що розуміють під ухваленням рішень?
5. Людський чинник у процесі ухвалення рішень.
6. Що прийнято називати альтернативами?

7. Який зв'язок між альтернативами та наслідками називається детермінованим?
8. Який зв'язок між альтернативами та наслідками називається випадковим?
9. Зобразіть оргграф випадкового зв'язку між альтернативами та наслідками в ЗУР в умовах ризику.
10. Проілюструйте вид зв'язку альтернатив з наслідками, який реалізується у задачах ухвалення рішень в умовах цілковитої невизначеності
11. Яка функція називається цільовою?
12. Які існують шкали оцінок за критеріями в ЗУР ?
13. Назвіть етапи ухвалення рішень.
14. Що таке добре структуровані (чи кількісно сформульовані) проблеми?
15. Які проблеми є слабо структуровані (змішані)?
16. Які задачі називають багатокритеріальними задачами оптимізації ?
17. Назвіть головні етапи та принципи операційних досліджень.
18. Назвіть базові принципи операційних досліджень.
19. Які елементи має економіко-математична модель?
20. Які змінні називають збуреннями?
21. Що таке математична модель задачі ухвалення рішень?
22. Яких правил потрібно дотримуватись при побудові математичних моделей?
23. Класифікація задач МО за зміною в часі інформаційного стану ОУР.
24. Класифікація задач МО за структурою інформаційного стану ОУР .
25. Сформулюйте типову задачу в детермінованій постановці?
26. До яких типів задач ухвалення рішень зумовлює обмеженість або неточність інформації щодо моделі?
27. Яка класифікація задач МО за виглядом критерія оптимальності?
28. Класифікація задач МО за змістовно постановкою.
29. Що таке математичні методи МО?
30. Яку задачу ДО називають задачею лінійного програмування?
31. Які задачі належать до дискретного програмування?
32. Що є предметом стохастичного програмування?
33. Де використовують методи евристичного програмування?
34. На чому базується графічний метод розв'язування задач лінійного програмування?
35. Наведіть алгоритм графічного методу розв'язування ЗЛП.
36. Наведіть приклад графічного розв'язання ЗЛП.
37. Форми запису задач лінійного програмування (ЛП).
38. Основні аналітичні властивості розв'язків задач лінійного програмування.
39. Який опорний план називається не виродженим?
40. Канонічна форма загальної задачі лінійного програмування.
41. Правила переходу від загальної задачі лінійного програмування до канонічної.
42. Основні властивості розв'язків задач лінійного програмування.
43. Симплекс-метод розв'язання задач лінійного програмування.
44. Алгоритм симплекс-методу розв'язання задач ЛП.
45. Сформулюйте теорему про ознаку оптимальності опорного плану.
46. Правила перебудови симплекс-таблиці за методом Жордана–Гаусса.

47. Постановка задачі лінійного програмування (двоїста задача).
48. Економічний зміст двоїстої задачі.
49. Правила побудови двоїстої ЗЛП.

## **9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Освітній процес з дисципліни «Методи оптимізації» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

Optimization methods: Guidelines for performing laboratory works for students of specialty 121 "Software engineering" / L.P. Bedratyuk, A.I. Bedratyuk – Khmelnytskyi: KhNU, 2023 – 76 p.

## **10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Синеглазов В. М. Математичні методи оптимізації: навч. посібн./ В.М. Синеглазов, О. А. Зеленков, Ш. І. Аскеров. – Нац. Авіаційний ун-т. – К.: Освіта України, 2018. – Ч. 1. – 329 с.
2. Нефьодов Ю.М., Балицька Т.Ю. Методи оптимізації в прикладах і задачах: Навчальний посібник.– К.: Кондор, 2011. – 324 с.
3. О.І. Лисенко, І.В. Алексеева, Дослідження операцій. Конспект лекцій, –К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
4. Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов, Лінійне програмування: практикум з дисципліни “Методи оптимізації”, – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 61 с
5. Самсонов В.В. Алгоритми розв’язання задач оптимізації: Навчальний посібник. К.: НУХТ, 2014.-300 с.
6. Сікора Я. Б. Методи оптимізації : навч.-метод. посібник / Я.~Б.~Сікора. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2012. – 82 с.
7. Ємець О. О., Пічугіна О. С., Мацій О. Б., Коробчинський К. П. Навчальний посібник «Лінійне програмування» для студентів напрямів підготовки 122 Комп’ютерні науки та 121 Інженерія програмного забезпечення, – Х. : ХНАДУ, 2019. – 102 с.
8. Меньшикова О.В., Чмир О.Ю., Карабин О.О., Дослідження операцій, навчальний посібник, – Львів : ЛДУ БЖД, 2019. – 196 с
9. Григорків В.С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі: посібник. - Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с
10. Глушик М.М., Копич І.М., Сороковський В.М. Математичне програмування: підручник. - Львів: Новий Світ, 2014. – 280 с
11. Лавров Є.А.,Перхун Л.П., Шендрік В.В. та ін.. Математичні методи дослідження операцій: підручник. - Суми: Сумський держ. ун-т, 2017. – 212 с
12. Дьоміна В.М. Оптимізаційні методи та моделі. Лінійне програмування: конспект лекцій. - Х.: ХНАУ, 2015. – 75с.
13. D. Luenberger, Y. Ye, Linear and Nonlinear Programming, 4th Edition, Springer, 2013, – 551 p.
14. S. Aggarwal, Linear Algebra and Optimization for Machine Learning, Springer, 2019, – 507 p.
15. Fox, W. P. (2020). Nonlinear Optimization: Models and Applications. : CRC Press. – 419 p.
16. MacGregor Smith, J. (2021). Combinatorial, Linear, Integer and Nonlinear Optimization Apps: COLINA Grande. Springer International Publishing. –259 p.

## **11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua>
3. Репозитарій ХНУ: <https://elar.khmnu.edu.ua/home>



**COURSE PROGRAM**  
**Optimization Methods**

**Field of study:** 12 - Information Technologies  
**Major:** 121 – Software Engineering  
**Level of Higher Education:** Bachelor (First Level)  
**Educational program:** Software Engineering  
**Discipline status:** Compulsory  
**Faculty:** Information Technologies  
**Department:** Software Engineering


Study mode	Year	Semester	Total Credits		Number of hours						Semester control form			
			ECTS credits	Total	Classwork hours				Seminar classes	Independent work, including individual	Course project	Coursework	ass/ fail test	Exam
					Lectures	Laboratory works	Practical classes							
Full-time (Daytime)	3	6	4	120	17		34		69			+		
<b>Total</b>			<b>4</b>	<b>120</b>	<b>17</b>		<b>34</b>		<b>69</b>			<b>1</b>		

The course program is based on the Higher Education Standard, the 2023 Bachelor's degree educational program, and the curriculum.

Program's author  L.P. Bedratyuk

Approved at the staff meeting of the Department of Software Engineering

Minutes from 29.05 2023 No. 7

Chief Department of Software Engineering  L.P. Bedratyuk

The course program is approved by the Academic Board of the Faculty of Information technologies

Head of the Academic Board  O.S. Savenko

## OPTIMIZATION METHODS

<b>Type of Discipline</b>	Compulsory
<b>Level of Higher Education</b>	First (Bachelor's)
<b>Language of Instruction</b>	Ukrainian, English
<b>Semester</b>	6
<b>ECTS Credits</b>	4
<b>Course study mode</b>	Full-time (Daytime)

**Learning outcomes** . According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must ensure:

**Competencies:** Ability to abstract thinking, analysis and synthesis. Ability to apply knowledge in practical situations. Ability to learn and master modern knowledge. Ability to apply fundamental and interdisciplinary knowledge to successfully solve software engineering tasks. Ability to algorithmic and logical thinking

**learning outcomes** : Know and apply relevant mathematical concepts, methods of domain, system and object-oriented analysis and mathematical modeling for software development.

**Content of the academic discipline** . General problem of linear programming. Graphic method of solution. Simplex method. Duality. Transport problem. Integer programming. Fractional linear programming. Problems of nonlinear programming.

**Planned educational activity** . Lectures - 17 hours, practical classes - 34 hours, independent work - 69 hours, together - 120 hours.

**Forms (methods) of education** : lectures (using methods of problem-based learning and visualization); laboratory classes, independent work.

**Forms of evaluation of learning outcomes** : protection of laboratory works

**Form of semester control** : pass/fail test

### **Educational resources:**

1. Григорків В.С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі: посібник. - Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с
2. Синеглазов В. М. Математичні методи оптимізації: навч. посібн./ В.М. Синеглазов, О. А. Зеленков, Ш. І. Аскеров. – Нац. Авіаційний ун-т. – К.: Освіта України, 2018. – Ч. 1. –329 с.
3. О.І. Лисенко, І.В. Алексеєва, Дослідження операцій. Конспект лекцій, –К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
4. Сікора Я. Б. Методи оптимізації : навч.-метод. посібник / Я.~Б.~Сікора. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2012. – 82 с.
5. D. Luenberger, Y. Ye, Linear and Nonlinear Programming, , Springer, 2013, – 551 p.
6. Modular learning environment [Electronic resource]. – Access mode: <https://msn.khnu.km.ua/>
7. Electronic library university . [Electronic resource]. – Access mode: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/p1age\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/p1age_lib.php).

**Lecturer** : DSc., Professor Leonid BEDRATYUK

### 3. EXPLANATORY NOTE

The discipline is one of the mandatory professional disciplines and takes a leading place in the training of "bachelor" level specialists under the "Software Engineering" educational and professional program.

***The goal of the discipline*** . Providing a systematic approach to finding the optimal solution for a wide range of real optimization problems

***Subject of discipline***. Typical models of optimization problems and algorithms for their solution

***Tasks of the discipline*** . To provide students with knowledge of the main problems, mathematical methods of the model and practical tools of optimization and decision-making

According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must ensure:

#### **Integral competency:**

The ability to solve complex specialized tasks or practical problems of software engineering that are characterized by complexity and uncertainty of conditions, using theories and methods of information technologies.

#### ***General competences*** :

GC1. Ability to abstract thinking, analysis and synthesis.

GC2. Ability to apply knowledge in practical situations.

GC5. Ability to learn and master modern knowledge.

#### **Professional competences.**

PC8. Ability to apply fundamental and interdisciplinary knowledge to successfully solve software engineering tasks

PC14. Ability to algorithmic and logical thinking.

#### ***Program learning outcomes***

PLO1 Analyze, purposefully search for and select information and reference resources and knowledge necessary for solving professional tasks, taking into account modern achievements of science and technology.

PLO5. Know and apply relevant mathematical concepts, methods of domain, system and object-oriented analysis and mathematical modeling for software development

PLO7. To understand and apply in practice the fundamental concepts, paradigms, and basic principles of functioning linguistic, instrumental, and computational tools of software engineering.

PLO13. To know and apply methods for algorithm development, software design, and data and knowledge structures.

***Learning outcomes***. A student who has successfully completed the study of the discipline has *to be able* to formalize optimization tasks; *build* mathematical models of decision-making problems, choose and apply methods of solving decision-making problems ; *to know* the methodology, stages of the decision-making process, methods of decision-making in conditions of certainty, complex situations; *to know* the main classes of optimization problems and examples of their practical application; *to investigate* the effectiveness of algorithms; *choose* the optimal algorithm for solving the problem ; *use* software tools to find a solution.

**Discipline Policy.** The organization of the educational process for the discipline complies with the requirements of the provisions on organizational and instructional-methodological support of the educational process, the educational program, and the curriculum. Students are required to attend lectures, practical classes, laboratory work, etc., according to the schedule, not to be late for classes, and to complete all tasks and checkpoints according to the schedule. Missed practical classes and laboratory work must be independently completed by the student in full and reported to the instructor no later than one week before the next assessment. For practical classes and laboratory work, students must prepare on the relevant topic and demonstrate active participation. Knowledge acquired by an

individual in the discipline or its specific sections through informal education is credited according to the Regulation on the procedure for transferring learning outcomes and determining academic differences at KhNU.



#### 4 . COURSE CREDIT STRUCTURE

Topic name	The number of hours allocated to:		
	Lectures	Lab do	Himse lf. do
2 semester			
Topic 1. Linear optimization	13	26	45
Topic 2 . Non-linear optimization	2	4	12
Topic 3. Dynamic programming.	2	4	12
Total semester	17	34	69

#### 5 . COURSE PROGRAM

##### 5.1 . Content of the lecture course \*

Number lectures	List of topics of lectures, their annotations	Number hours
	<i>Second semester</i>	
1 -7	<p><b>Topic 1. Linear optimization</b></p> <p><i>Lecture 1. The general problem of linear programming (LPP). Models. Standard form of LPP, objective function, limitations. Canonical form of LPP. Vector shape. Examples.</i></p> <p style="text-align: right;">2</p> <p><i>Lecture 2. Graphical method of solving LPP. Construction of a polyhedron of admissible solutions , reference line, gradient. Degenerate cases.</i></p> <p style="text-align: right;">2</p> <p><i>Lecture 3. Simplex method of solving LPP. conducting the general LPP to the canonical form. General notions about the simplex method of solving LPP. Algorithm of the simplex method of solving LPP. A sign of the optimality of the reference plan. Examples of solving problems by the simplex method.</i></p> <p style="text-align: right;">2</p> <p><i>Lecture 4. Duality in linear programming. The concept of duality. Rules for constructing dual problems. Duality ratio. Dual simplex method.</i></p> <p style="text-align: right;">2</p> <p><i>Lecture 5. Transport problem. Formulation of the problem. Planning matrix. Balanced on unbalanced task. conditions for the existence of a solution. The method of potentials and the method of the northwest corner. Software for solving the transport problem.</i></p> <p style="text-align: right;">2</p> <p><i>Lecture 6. Integer programming. Formulation of the problem. Gomori's method . Problems about the backpack, the optimal cut, about the purpose. Software for an integer programming problem.</i></p> <p style="text-align: right;">2</p> <p><i>Lecture 7. Fractional linear programming . Formulation of the problem of fractional linear programming. Simplex method of solving the problem. Graphical method of solving the problem of fractional linear programming.</i></p> <p style="text-align: right;">1</p>	

8	<b>Topic 2 . Non-linear optimization</b> <i>Lecture 8. Problems of nonlinear programming (NLP). Production of NLP. Graphical method of solving NLP. The method of Lagrange multipliers.</i>	2
9	<b>Topic 3. Dynamic programming.</b> <i>Lecture 9. Dynamic programming. Statement of the problem of dynamic programming. The principle of step-by-step construction of optimal management. Examples of DP.</i>	2
	Total for the second semester:	17

## 5.2 Content of laboratory classes

Number topics	The topic of the laboratory session	Number hours
1	Reduction of a practical problem to a problem of linear programming	3
2	Graphical method of solving the problem of linear programming	3
3	Solving the problem of linear programming	4
4	Solving an integer linear programming problem	6
5	Transport problem	6
6	Problems of nonlinear unconditional optimization	6
7	Optimization of functions of many variables	6
	Total per semester	34

## 5.3 Content of independent work

Number of the week	Content of independent work	Number of hours
1	Processing of lecture material. . Preparation for laboratory work No. 1	3
2	Processing of lecture material. . Preparation for laboratory work No. 1. Protection of laboratory work No. 1	3
3	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 2	3
4	Processing of lecture material. . Preparation for laboratory work No. 2. Protection of laboratory work No. 2	3
5	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 3	3
6	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 3 Protection of laboratory work No. 3	3
7	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 4	4
8	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 4	4
9	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 4. Protection of laboratory work No. 3	4
10	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 5 .	4
11	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 5 .	4

12	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 5. Protection of laboratory work No. 5	4
13	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 6 .	4
14	Processing of lecture material. Preparation for performance and defense of laboratory work No. 6	4
15	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 6. Protection of laboratory work No. 6	4
16	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 7.	4
17	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 7	4
18	Processing of lecture material. Preparation for laboratory work No. 7. Protection of laboratory work No. 7	4
	Total per semester	66

## 5. TEACHING METHODS

The process of teaching in the discipline is based on the use of traditional and modern methods. The classes are conducted using information technologies, with the goal of providing a systematic approach to finding the optimal solution for a wide range of real optimization problems.

## 7. FORMS AND METHODS OF EVALUATING LEARNING OUTCOMES

Control over learning material is carried out on the basis of current control. When evaluating students' knowledge, various means of control are implemented, in particular, current control (processing of theoretical material), test tasks, control works. Intermediate control, which consists in checking the knowledge of students on topics, is carried out in the form of test tasks. The grades received by the student during the current, intermediate control are not transferred . Each type of work is evaluated on a four-point scale. The final grade for the semester is issued taking into account all the grades received by the student for the semester and the results of the assessment. Weighting factors vary depending on the structure of the discipline.

Each type of work in the discipline is evaluated on *a four-point* scale. The semester final grade is defined as a weighted average of all types of academic work completed and passed *positively* , taking into account the weighting factors . A student who scored a positive weighted average score for the current work and did not pass the final test is considered to have failed.

When assessing students' knowledge, various means of control are carried out, in particular, current control is carried out during laboratory classes, taking into account different types of work. The student must make up the missed laboratory session within the deadline set by the teacher. During the semester, the student must receive at least 4 grades in laboratory classes.

When evaluating students' knowledge, the teacher is guided by the following criteria.

The grade "excellent" is given to the student for deep and complete mastery of the content of the educational material, in which he can easily navigate, conceptual apparatus, for the ability to connect theory with practice, solve practical tasks, express and justify his judgments and constructive decisions . An excellent assessment implies a competent, logical presentation of the answer (both orally and in writing), high-quality external design.

The grade "good" is given to the student for complete assimilation of the educational material, mastery of the conceptual apparatus, orientation in the studied material, conscious use of knowledge to solve practical tasks, competent presentation of the answer, but there were some inaccuracies

(errors) in the content and form of the answer, unclear formulations of regularities etc. The student's answer should be based on independent thinking.

"satisfactory" grade is awarded to a student who has demonstrated knowledge of the basic curriculum material to the extent necessary for further study and practical work in a profession that copes with the implementation of practical tasks provided for by the program.

"satisfactory" grade for incomplete mastery of the program material.

The grade "unsatisfactory" is assigned when the student has scattered, unsystematic knowledge, does not know how to distinguish the main and secondary, makes mistakes in the definition of concepts, distorts their meaning, presents the material chaotically and uncertainly, cannot use knowledge when solving practical tasks.

Based on the results of the current control, a final semester grade is issued.

### **Structuring the discipline by types of work and evaluation of learning outcomes students by weighting factors**

Auditory work							Semester control
Laboratory works No.:							Pass/fail test
1	2	3	4	5	6	7	
0.6							0.4

### **Transition from the domestic assessment scale to the European one (ECTS)**

<i>ECTS grade</i>	<i>Institutional score scale</i>	<i>Institutional grade</i>	<i>Assessment criteria</i>	
A	4,75-5,00	5	Passed	<b>Excellent</b> – deep and complete mastery of educational material and demonstrating relevant skills and abilities.
B	4,25-4,74	4		<b>Good</b> – complete knowledge of the material with a few minor errors.
C	3,75-4,24	4		<b>Good</b> – correct answer in general with two to three significant errors.
D	3,25-3,74	3		<b>Satisfactory</b> – incomplete mastery of the program material but sufficient for practical activities in the professional field.
E	3,00-3,24	3		<b>Satisfactory</b> – incomplete mastery of the program material that meets the minimum assessment criteria.
FX	2,00-2,99	2	Failed	<b>Unsatisfactory</b> – unsystematic knowledge and inability to continue studies without additional knowledge of the course.
F	0,00-1,99	2		<b>Unsatisfactory</b> – serious further work is needed and the course is to be retaken.

The exam is given when the student receives from 3.00 to 5.00 points in the discipline. At the same time, according to the national scale, "credited" is given, and according to the ECTS scale, the grade corresponding to the number of points scored by the student.

## 8. QUESTIONS FOR SELF-CONTROL

1. What is the purpose and subject of optimization methods (MO)?
2. What are MO objects?
3. What is an operation?
4. What is meant by decision-making?
5. The human factor in the decision-making process.
6. What are alternatives?
7. What is the relationship between alternatives and consequences called deterministic?
8. What relationship between alternatives and consequences is called random?
9. Draw a digraph of a random connection between alternatives and consequences in SAMs in risk conditions.
10. Illustrate the type of connection of alternatives with consequences, which is implemented in decision-making tasks under conditions of complete uncertainty
11. What function is called the target?
12. What are the evaluation scales according to the criteria in the ZUR?
13. Name the decision-making stages.
14. What are well-structured (or quantitatively formulated) problems?
15. What problems are poorly structured (mixed)?
16. What problems are called multi-criteria optimization problems?
17. Name the main stages and principles of operational research.
18. Name the basic principles of operational research.
19. What elements does an economic-mathematical model have?
20. What variables are called disturbances?
21. What is a mathematical model of a decision-making problem?
22. What rules must be followed when constructing mathematical ones models?
23. Classification of tasks of the Ministry of Defense according to changes in information over time state of ESD.
24. Classification of tasks of the Ministry of Education according to the structure of the information state of ESD.
25. Formulate a typical problem in a deterministic setting?
26. To what types of decision-making problems does limitation or model information inaccuracy?
27. What is the classification of MO tasks according to the criterion of optimality?
28. Classification of MO tasks according to content formulation.
29. What are the mathematical methods of MO?
30. Which TO problem is called a linear programming problem?
31. What tasks belong to discrete programming?
32. What is the subject of stochastic programming?
33. Where are heuristic programming methods used?
34. What is the basis of the graphic method of solving linear problems programming?
35. Give the algorithm of the graphic method of solving the LPP.
36. Give an example of a graphical solution of the LPP.
37. Forms of recording problems of linear programming (LP).

38. Basic analytical properties of linear programming problem solutions .
39. Which reference plane is called non-degenerate?
40. Canonical form of the general problem of linear programming.
41. Rules of transition from the general problem of linear programming to canonical
42. Basic properties of linear programming problem solutions .
43. Simplex method for solving linear programming problems.
44. Algorithm of the simplex method for solving LP problems.
45. Formulate a theorem about the sign of optimality of the reference plan.
46. Rules for rebuilding a simplex table using the Jordan - Gauss method .
47. Formulation of the linear programming problem (dual problem).
48. The economic meaning of the dual problem.
49. Rules for the construction of a double LPP.
50. An example of the construction of a double LPP.

## 9. METHODOLOGICAL SECURITY

The educational process in the discipline "Optimization Methods" is fully and in sufficient quantity provided with the necessary educational and methodological literature.

Optimization methods: Guidelines for performing laboratory works for students of specialty 121 "Software engineering" / L.P. Bedratyuk, A.I. Bedratyuk – Khmelnytskyi: KhNU, 2023 – 76 p.

## 11. RECOMMENDED BOOKS

1. Синеглазов В. М. Математичні методи оптимізації: навч. посібн./ В.М. Синеглазов, О. А. Зеленков, Ш. І. Аскеров. – Нац. Авіаційний ун-т. – К.: Освіта України, 2018. – Ч. 1. –329 с.
2. Нефьодов Ю.М., Балицька Т.Ю. Методи оптимізації в прикладах і задачах: Навчальний посібник.– К.: Кондор, 2011. – 324 с.
3. О.І. Лисенко, І.В. Алексеева, Дослідження операцій. Конспект лекцій, –К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
4. Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов, Лінійне програмування: практикум з дисципліни “Методи оптимізації”, – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 61 с
5. Самсонов В.В. Алгоритми розв’язання задач оптимізації: Навчальний посібник. К.: НУХТ, 2014.-300 с.
6. Сікора Я. Б. Методи оптимізації : навч.-метод. посібник / Я.~Б.~Сікора. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2012. – 82 с.
7. Ємець О. О., Пічугіна О. С., Маций О. Б., Коробчинський К. П. Навчальний посібник «Лінійне програмування» для студентів напрямів підготовки 122 Комп’ютерні науки та 121 Інженерія програмного забезпечення, – Х. : ХНАДУ, 2019. – 102 с.
8. Меньшикова О.В., Чмир О.Ю., Карабин О.О., Дослідження операцій, навчальний посібник, – Львів : ЛДУ БЖД, 2019. – 196 с
9. Григорків В.С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі: посібник. - Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с
10. Глушик М.М., Копич І.М., Сороковський В.М. Математичне програмування: підручник. - Львів: Новий Світ, 2014. – 280 с
11. Лавров Є.А.,Перхун Л.П., Шендрик В.В. та ін.. Математичні методи дослідження

- операцій: підручник. - Суми: Сумський держ. ун-т, 2017. – 212 с
12. Дьоміна В.М. Оптимізаційні методи та моделі. Лінійне програмування: конспект лекцій. - Х.: ХНАУ, 2015. – 75с.
  13. D. Luenberger, Y. Ye, Linear and Nonlinear Programming, 4th Edition, Springer, 2013, – 551 p.
  14. S. Aggarwal, Linear Algebra and Optimization for Machine Learning, Springer, 2019, – 507 p.
  15. Fox, W. P. (2020). Nonlinear Optimization: Models and Applications. : CRC Press. – 419 p.
  16. MacGregor Smith, J. (2021). Combinatorial, Linear, Integer and Nonlinear Optimization Apps: COLINA Grande. Springer International Publishing. –259 p.

## **11 . INFORMATION RESOURCES**

1. MOODLE Learning Platform. Access to the resource <https://msn.khmnu.edu.ua>.
2. University Electronic Library. Access to the resource: <http://library.khmnu.edu.ua>.
3. University Repository. Access to the resource <https://elar.khmnu.edu.ua/home>.