



ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 рік навчання, 5 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Лекції: 36 год., комп'ютерний практикум: 18 год, самостійна робота: 66 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота, календарний контроль</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року (rozklad.kpi.ua)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Онай Микола Володимирович, onay@pzks.fpm.kpi.ua Комп'ютерний практикум: к.т.н., доцент, Онай Микола Володимирович, onay@pzks.fpm.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Вивчення дисципліни «Обчислювальні методи оптимізації» дозволяє сформувати у здобувачів вищої освіти компетенції, необхідні для кількісного обґрунтування технічних і управлінських рішень на основі використання методів оптимізації.

Метою вивчення дисципліни «Обчислювальні методи оптимізації» є формування у здобувачів освіти здатності проводити інноваційну діяльність, пов'язану із розробленням програмних методів оптимізації, що використовуються в системах підтримки прийняття рішень.

Предметом дисципліни «Обчислювальні методи оптимізації» є програмні методи оптимізації.

Вивчення дисципліни «Обчислювальні методи оптимізації» підсилює формування у здобувачів освіти **фахових компетентностей (ФК)**, необхідних для розв'язання практичних задач професійної діяльності:

ФК08 Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

ФК15 Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для побудови удосконалених алгоритмів пошуку.

ФК16 Здатність розробляти алгоритми реалізації методів статистичного аналізу даних.

Вивчення дисципліни «Обчислювальні методи оптимізації» сприяє формуванню у студентів наступних **програмних результатів навчання (ПРН)** за освітньою програмою:

ПРН01 Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПРН25 Знати і вміти використовувати фундаментальний математичний інструментарій при побудові алгоритмів та розробленні сучасного програмного забезпечення.

ПРН27 Вміти використовувати методи статистичного аналізу даних.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Успішному вивченню дисципліни «Обчислювальні методи оптимізації» передують вивчення дисциплін «Алгоритми та структури даних» та «Алгоритмічне забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Отримані в результаті засвоєння дисципліни «Обчислювальні методи оптимізації» теоретичні знання та практичні уміння можуть бути корисні для проведення наукових досліджень та при виконанні бакалаврської кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна «Обчислювальні методи оптимізації» передбачає вивчення тем:

Тема 1. Методи нульового порядку

Тема 2. Методи першого порядку

Тема 3. Методи другого порядку

Тема 4. Генетичні алгоритми

Модульна контрольна робота

Залік

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Жалдак М.І., Триус Ю.В. *Основи теорії і методів оптимізації: навчальний посібник* / Жалдак М.І., Триус Ю.В. // Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 608 с.

Використати для вивчення принципів розв'язання математичних задач, що виникають при побудові математичних моделей. Матеріали знаходяться у вільному доступі в Інтернеті.

Додаткова література:

2. Jorge Nocedal, Stephen Wright *Numerical Optimization* / Jorge Nocedal, Stephen Wright // Springer, 2006.

Використати для опанування практичних навичок з дисципліни.

3. Mykel Kochenderfer, Tim Wheeler *Algorithms for Optimization* / Mykel Kochenderfer, Tim Wheeler // Springer, 2019.

Використати для опанування теоретичним матеріалом з дисципліни.

4. Xin-She Yang, Slawomir Koziel *Computational Optimization and Applications in Engineering and Industry* / Xin-She Yang, Slawomir Koziel // Springer, 2013

Використати для опанування практичних навичок з дисципліни.

5. Slawomir Koziel and Xin-She Yang *Computational Optimization, Methods and Algorithms* [Електронний ресурс], 2011. Режим доступу: https://doc.lagout.org/science/0_Computer%20Science/2_Algorithms/Computational%20Optimization%20C%20Methods%20and%20Algorithms%20%5BKoziel%20%26%20Yang%202011-06-17%5D.pdf

Використати для опанування принципів застосування методів нульового порядку. Матеріали знаходяться у вільному доступі в Інтернеті.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тип навчального заняття	Опис навчального заняття
<i>Тема 1. Методи нульового порядку</i>		
1	<i>Лекція 1. Основні положення обчислювальних методів одномірної оптимізації</i>	<i>Алгоритм Свенна. Моделі оптимізаційних задач</i>
2	<i>Лекція 2. Метод поділу інтервалу навпіл</i>	<i>Задачі безумовної оптимізації. Способи обчислення кінців інтервалів.</i>
3	<i>Лекція 3. Метод дихотомії</i>	<i>Задачі безумовної оптимізації. Відмінності методу дихотомії від методу поділу навпіл розв'язання оптимізаційних задач</i>
4	<i>Комп'ютерний практикум 1</i>	<i>Завдання: Розробити програмну систему для розв'язання оптимізаційних задач методом поділу навпіл або методом дихотомії (в залежності від варіанту).</i>
5	<i>Лекція 4. Метод золотого перетину</i>	<i>Задачі безумовної оптимізації. Відмінності методу золотого перетину від класичних методів розв'язання оптимізаційних задач</i>
6	<i>Лекція 5. Метод Фібоначчі</i>	<i>Задачі безумовної оптимізації. Відмінності методу Фібоначчі від методу золотого перетину розв'язання оптимізаційних задач</i>
7	<i>Комп'ютерний практикум 2</i>	<i>Завдання: Розробити програмну систему для розв'язання оптимізаційних задач методом золотого перетину або методом Фібоначчі (в залежності від варіанту).</i>
8	<i>Лекція 6. Метод Розенброка</i>	<i>Задачі безумовної оптимізації для функції кількох змінних. Особливості застосування методу Розенброка</i>
9	<i>Комп'ютерний практикум 3</i>	<i>Завдання: Розробити програмну систему для розв'язання оптимізаційних задач методом Розенброка.</i>
<i>Тема 2. Методи першого порядку</i>		
10	<i>Лекція 7. Метод градієнтного спуску</i>	<i>Розкладення довільної функції кількох змінних у ряд Тейлора. Особливості пошуку глобального екстремуму серед множини локальних екстремумів. Метод градієнтного спуску</i>

11	Комп'ютерний практикум 4	Завдання: Розробити програмне забезпечення для розв'язання оптимізаційних задач методом градієнтного спуску.
12	Лекція 8. Метод найшвидшого градієнтного спуску	Застосування чисельних методів одомірної оптимізації нульового порядку для переобчислення кроку на кожній ітерації. Алгоритм реалізації методу найшвидшого градієнтного спуску
13	Лекція 9. Метод покоординатного спуску	Стратегія спуску за кожною координатою функції кількох змінних. Алгоритм реалізації методу покоординатного спуску
14	Комп'ютерний практикум 5	Завдання: Розробити програмне забезпечення для розв'язання оптимізаційних задач методом найшвидшого градієнтного спуску або методом покоординатного спуску (в залежності від варіанту).
<i>Тема 3. Методи другого порядку</i>		
15	Лекція 10. Метод Ньютона	Метод Ньютона для функції однієї змінної. Узагальнення на n -мірний випадок. Алгоритм реалізації методу Ньютона для функції кількох змінних
16	Лекція 11. Метод Ньютона-Рафсона	Узагальнення методів оптимізації із застосуванням другої похідної функції. Алгоритм реалізації методу Ньютона-Рафсона
17	Комп'ютерний практикум 6	Завдання: Розробити програмне забезпечення для розв'язання оптимізаційних задач методом Ньютона спуску або методом Ньютона-Рафсона (в залежності від варіанту).
18	Лекція 12	Модульна контрольна робота. Частина 1
<i>Тема 4. Генетичні алгоритми</i>		
19	Лекція 13. Загальні положення, селекція, схрещування	Загальні ідеї генетичних алгоритмів. Різновиди генетичних алгоритмів. Вибір структур даних для реалізації генетичних алгоритмів. Методи проведення селекції та схрещування
20	Комп'ютерний практикум 7	Завдання: Розробити програмні компоненти для виконання селекції та схрещування.
21	Лекція 14. Мутація, відбір нової популяції	Методи реалізації мутації та відбору нової популяції
22	Комп'ютерний практикум 8	Завдання: Розробити програмні компоненти для виконання селекції та схрещування.
<i>Тема 5. Методи стохастичного програмування</i>		
23	Лекція 15. Загальна постановка задачі стохастичного програмування	Прямі та непрямі методи розв'язання задач стохастичного програмування. Приклади стохастичних економічних задач
24	Лекція 16. Особливості математичної постановки задач	P -моделі, M -моделі, D -моделі, типи обмежень, приклади задач (задача про збереження активів, задача розподілу площ)

	<i>стохастичного програмування</i>	
25	<i>Лекція 17. Одноетапна та двоетапна задача стохастичного програмування</i>	<i>Особливості формулювання та методи розв'язування одноетапної та двоетапної задачі стохастичного програмування</i>
26	<i>Комп'ютерний практикум 9</i>	<i>Підведення підсумків.</i>
27	<i>Лекція 18</i>	<i>Модульна контрольна робота. Частина 2</i>

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Дисципліна «Обчислювальні методи оптимізації» ґрунтується на самостійній підготовці до аудиторних занять на теоретичним та практичним темам.

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання</i>	<i>Кількість годин</i>	<i>Література</i>
1	<i>Підготовка до лекцій</i>	16	1-5
2	<i>Підготовка до комп'ютерного практикуму</i>	27	1-5
3	<i>Підготовка до модульної контрольної роботи. Частина 1</i>	9	1-5
4	<i>Підготовка до модульної контрольної роботи. Частина 2</i>	9	1-5
5	<i>Підготовка до заліку</i>	5	1-5

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять. *Відсутність на аудиторному занятті не передбачає нарахування штрафних балів, оскільки фінальний рейтинговий бал студента формується виключно на основі оцінювання результатів навчання. Разом з тим, обговорення результатів виконання тематичних завдань, а також презентація / публічний виступ та участь у обговореннях та доповнення на семінарах оцінюватимуться під час аудиторних занять. Для активної участі у роботі семінару студент готується за рекомендованою викладачем до певного семінарського заняття літературою. Участь у роботі семінару також передбачає підготування доповідей та співдоповідей у межах усіх занять.*

Пропущені контрольні заходи оцінювання. *Кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини (лікарняний, мобільність тощо) заняття за рахунок самостійної роботи. Детальніше за посиланням: <https://kpi.ua/files/n3277.pdf>.*

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання. *Студент може підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право аргументовано оскаржити результати контрольних заходів, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного. Календарний контроль проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу.*

Академічна доброчесність. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни «Науково-дослідна діяльність у комп'ютерній інженерії» може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел. Призначення заохочувальних та штрафних балів Відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання сума всіх заохочувальних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали оцінювання.

Всі студенти повинні відвідувати лекційні та практичні заняття, на яких потрібно активно працювати над засвоєнням навчального матеріалу. За об'єктивних причин (наприклад - хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі індивідуально за погодженням із керівником курсу.

Політика щодо дедлайнів та перескладання:

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності:

Усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 20%. Списування під час контрольних робіт заборонені (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Протягом семестру студентами виконують 8 комп'ютерних практикумів. Максимальна кількість балів за кожний комп'ютерний практикум: 6 балів.

Бали нараховуються за:

- якість виконання комп'ютерного практикуму: 0-2 бали;
- відповідь на теоретичні запитання під час захисту комп'ютерного практикуму: 0-2 бали;
- своєчасне представлення роботи до захисту: 0-2 бали.

Критерії оцінювання якості виконання:

- 2 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі;
- 1 бал – робота виконана в повному обсязі, але містить незначні помилки;
- 0 балів – робота виконана не в повному обсязі, або містить суттєві помилки.

Критерії оцінювання відповіді:

- 2 бали – відповідь повна, добре аргументована;
- 1 бал – в цілому відповідь правильна, але має недоліки або незначні помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Критерії оцінювання своєчасності представлення роботи до захисту:

- 2 бали – робота представлена до захисту не пізніше вказаного терміну;
- 0 балів – робота представлена до захисту пізніше вказаного терміну.

Максимальна кількість балів за виконання та захист комп'ютерних практикумів:
6 балів × 8 комп. практ. = 48 балів.

Завдання на **модульну контрольну роботу** складається з 3 запитань – 1 теоретичного та 2 практичних. Відповідь на теоретичне запитання оцінюється 6 балами, а відповідь на практичне запитання оцінюється 10 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання контрольної роботи:

6 балів – відповідь правильна, повна, добре аргументована;
5 балів – відповідь правильна, розгорнута, але не дуже добре аргументована;
4 балів – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;
3 балів – у відповіді є незначні помилки;
1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;
0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Критерії оцінювання практичного запитання контрольної роботи:

9-10 балів – відповідь правильна, розрахунки виконані у повному обсязі;
7-8 балів – відповідь правильна, але не дуже добре підкріплена розрахунками;
5-6 балів – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;
3-4 балів – у відповіді є незначні помилки;
1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;
0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:

2 роботи * (6 балів × 1 теоретичне запитання + 10 балів × 2 практичних запитання) = 52 бали.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює:

$R_c = R_{\text{ком.практ}} + R_{\text{МКР}} = 48 \text{ балів} + 52 \text{ балів} = 100 \text{ балів}$.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 % від максимальної кількості балів (20 балів), яку може отримати студент до першої атестації.

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 % від максимальної кількості балів (35 балів), яку може отримати студент до другої атестації.

Семестровий контроль: **залік**

Умови допуску до семестрового контролю:

За семестрового рейтингу (R_c) не менше 60 балів та зарахуванні усіх робіт комп'ютерного практикуму аспірант отримує залік «автоматом» відповідно до таблиці (Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою). В іншому разі він має виконати залікову контрольну роботу.

Необхідною умовою допуску до виконання залікової контрольної роботи є виконання і захист комп'ютерного практикуму.

Аспірант може спробувати підвищити свою оцінку шляхом написання залікової контрольної роботи, при цьому його бали, отримані за семестр, анулюються («жорстка» система оцінювання).

Склад та критерії оцінювання залікової контрольної роботи:

Завдання на **залікову контрольну роботу** складається з 4 запитань – 2 теоретичних та 2 практичних. Відповідь на кожне теоретичне та практичне запитання оцінюється 25 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання контрольної роботи:

24-25 балів – відповідь правильна, повна, добре аргументована;

21-23 бали – відповідь правильна, розгорнута, але не дуже добре аргументована;
17-20 балів – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;
12-16 балів – у відповіді є незначні помилки;
1-11 бали – у відповіді є суттєві помилки;
0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Критерії оцінювання практичного запитання контрольної роботи:

24-25 балів – відповідь правильна, розрахунки виконані у повному обсязі;
21-23 бали – відповідь правильна, але не дуже добре підкріплена розрахунками;
17-20 балів – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;
12-16 балів – у відповіді є незначні помилки;
1-11 бали – у відповіді є суттєві помилки;
0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:

25 балів × 2 теоретичних запитання + 25 балів × 2 практичних запитання = 100 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань, які виносяться на семестровий контроль надається студентам на останньому занятті.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц., Онай М.В.

Ухвалено кафедрою ПЗКС (протокол №8 від 25.01.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол №6 від 27.01.2023)