

І СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну	
Повна назва навчальної дисципліни	Чисельна оптимізація
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Кафедра прикладної математики та моделювання складних систем факультету електроніки та інформаційних технологій
Розробник(и)	Гончаров Олександр Андрійович, д-р.фіз-мат. наук, професор
Рівень вищої освіти	другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	8 тижнів протягом 3-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 32 години становить контактна робота з викладачем (16 годин лекцій, 16 години практичних занять), 118 години становить самостійна робота
Мова викладання	Українська
2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі	
Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для спеціальності 113 «Прикладна математика»
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з: інформатики; лінійної алгебри; теорії ймовірностей та математичної статистики; математичних методів у фізиці
Додаткові умови	Відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні
3. Мета навчальної дисципліни	
Метою викладання дисципліни є навчання студентів основним засадам дослідження операцій (ДО) та розробки способів і методів знаходження оптимальних рішень (МО). У процесі вивчення дисципліни передбачається показати різні сфери застосування ДО та застосовувати як класичні, так і чисельні МО.	

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ОДНОВИМІРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ.

Постановка задачі та приклади оптимізації. Загальна задача ДО. Основні означення. Складові моделі задачі ДО. Типи задач та їх класифікація. Математичні методи розв'язання задач ДО. Місце методів оптимізації (МО) в ДО. Приклади задач ДО.

Тема 2. СКІНЧЕНО ВИМІРНІ ЗАДАЧІ ПОШУКУ ЕКСТРЕМУМУ.

Загальна постановка задачі оптимізації. Теорема Вейєрштрасса. Необхідні та достатні умови існування екстремуму в R^n . Постановка задач на умовний екстремум з різними типами обмежень.

Тема 3. ОДНОВИМІРНІ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ.

Розв'язання одновимірних задач оптимізації методами послідовного пошуку. Метод дихотомії. Метод золотого перерізу.

Тема 4. ОДНОВИМІРНА ОПТИМІЗАЦІЯ. ЧИСЛОВІ МЕТОДИ.

Принципи побудови числових методів пошуку безумовного екстремуму. Унімодальні функції. Умова Ліпшица. Методи нульового порядку, їх збіжність і точність.

Релаксаційні послідовності. Особливості прямого пошуку екстремуму. Основні методи нульового порядку (правильного симплекса, Хука-Джівса, циклічного по координатного спуску, спряжених напрямків). Приклади застосування.

Тема 6. БАГАТОВИМІРНА УМОВНА ОПТИМІЗАЦІЯ.

Загальна задача нелінійного програмування. Функція Лагранжа для різних типів обмежень. Умови Слейтера. Теорема Куна-Такера. Сідлова точка функції Лагранжа. Теорія двоїстості. Принципи побудови числових методів знаходження умовного екстремуму.

Тема 7. ЗАДАЧІ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ (ЗЛП).

Задачі ДО, що зводяться до ЗЛП. Загальна постановка ЗЛП, форми запису, властивості. Основні теореми. Графічний розв'язок ЗЛП.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1.	Правильно застосовувати методи оптимізації та інтерпретувати результати
РН2.	Будувати та оптимізувати моделі для прогнозування та виявлення причинно-наслідкових зв'язків
РН3.	Використовувати прикладні програмні середовища та пакети (Python) для розв'язання оптимізаційних задач
РН4.	Застосовувати сучасні техніки машинного навчання; підбирати оптимальні алгоритми аналізу даних
РН5.	Презентувати та візуалізувати дані та результати досліджень

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Л) та практичні заняття (ПЗ).

Тема 1. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ОДНОВИМІРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ .

Л 1. Постановка задачі та приклади оптимізації. Місце методів оптимізації (МО) в дослідженні операцій.

ПЗ 1. Знаходження екстремуму унімодальної функції.

Тема 2. Скінчено вимірні задачі пошуку екстремуму.

Л 2. Загальна постановка задачі оптимізації. Теорема Вейерштрасса. Необхідні та достатні умови існування екстремуму в R^n . Постановка задач на умовний екстремум з різними типами обмежень.

ПЗ. 2. Знаходження екстремуму функції методом послідовного рівномірного перебору з уточненням. Пошук усіх екстремумів функції.

Тема 3. Одновимірні задачі оптимізації.

Л 3. Розв'язання одновимірних задач оптимізації методами послідовного пошуку.

ПЗ 3. Метод дихотомії. Метод золотого перерізу.

Тема 4. Одновимірна оптимізація. Числові методи.

Л 4. Унімодальні функції. Умова Ліпшица. Методи нульового порядку, їх збіжність і точність. Принципи побудови числових методів пошуку безумовного екстремуму.

ПЗ 4. Алгоритм оптимізації методом найшвидшого спуску. Чисельний метод знаходження градієнту функції

Тема 5. Числові методи багатовимірної оптимізації в R^n .

Л 5. Релаксаційні послідовності. Особливості прямого пошуку екстремуму. Основні методи нульового порядку (правильного симплекса, Хука-Дживса, циклічного по координатного спуску, спряжених напрямків).

ПЗ 5. Приклади застосування. Методи нульового порядку розв'язання багатовимірних задач оптимізації. Алгоритм методу прямого пошуку.

Тема 6. Багатовимірна умовна оптимізація.

Л 6. Загальна задача нелінійного програмування. Функція Лагранжа для різних типів обмежень. Умови Слейтера. Теорема Куна-Такера. Сідлова точка функції Лагранжа. Теорія двоїстості.

ПЗ 6. Принципи побудови числових методів знаходження умовного екстремуму.

Тема 7. Задачі лінійного програмування (ЗЛП).

Л . Задачі ДО, що зводяться до ЗЛП. Загальна постановка ЗЛП, форми запису, властивості. Основні теореми.

ПЗ 7. Графічний розв'язок ЗЛП

7.2 Види навчальної діяльності

НД 1 Підготовка до лекційних занять

НД 2 Підготовка до практичних занять

НД 3 Підготовка до модульної контрольної роботи

НД 4 Самонавчання

НД 5 Виконання та презентація результатів практичної роботи

НД 6 Виконання ситуативних вправ

НД7 Підготовка мультимедійних презентацій

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:
 МН1. Інтерактивні (он-лайн) лекції;
 МН2. Аналіз конкретних ситуацій;
 МН3. Практико-орієнтоване навчання;
 МН4 Проблемно- пошуковий метод;
 МН5 Творчий метод.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни.

R = 100 балів.

Призначення рейтингових балів:

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова відсоткова шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5,0 (відмінно)	$0,90R \leq RD \leq 1,00R$	$90 \leq RD \leq 100$
B	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю помилок	4,0 (добре)	$0,82 R \leq RD < 0,89R$	$82 \leq RD < 89$
C			$0,74 R \leq RD < 0,81R$	$74 \leq RD < 81$
D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	3,0 (задовільно)	$0,64 R \leq RD < 0,73R$	$64 \leq RD < 73$
E			$0,60R \leq RD < 0,63R$	$60 \leq RD < 63$
FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$0,35R \leq RD < 0,59R$	$35 \leq RD < 59$
F			$RD < 0,35R$	$1 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування, перевірка та оцінювання письмових завдань (робіт, звітів про виконання практичних робіт), обговорення та взаємооцінювання студентами виконаних практичних завдань

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Оцінювання протягом семестру проводиться у формі усних та письмових опитувань, індивідуальних презентацій та колективних дискусій. Всі роботи повинні бути виконані самостійно. Індивідуальні завдання, схожі між собою, будуть відхилені.

Оцінка студента формується таким чином:

1. Ситуативні завдання (СЗ) – 20 балів;
 2. Виконання практичної роботи (ПР) (виконання, презентація, захист) – 40 балів;
- Підсумковий модульний контроль (ПМК) – 40 балів (форма підсумкового контролю – залік, що проводиться у письмовій формі за тестовими технологіями).

3. 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання	Навчальний процес потребує використання мультимедійного (МО) комп'ютерного обладнання (КО); встановлення програмного забезпечення відкритого коду (ПЗ)
10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	Основна навчальна література: <ol style="list-style-type: none">1. Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків. – 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. Додаткова рекомендована література: <ol style="list-style-type: none">3. Snyman, J. A.; Wilke, D. N. (2018). Practical Mathematical Optimization : Basic Optimization Theory and Gradient-Based Algorithms (2nd ed.). Berlin: Springer. ISBN 978-3-319-77585-2.4. Mathematical Programming Glossary. – Режим доступу: http://glossary.computing.society.informs.org/5. Optimization Methods and Software. – Режим доступу: https://www.tandfonline.com/toc/goms20/current