

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА



Факультет математики та інформатики  
Кафедра диференціальних рівнянь і прикладної математики

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ЧИСЕЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ**

***Рівень вищої освіти:*** Перший (бакалаврський)

***Освітня програма:*** Комп'ютерне моделювання та  
технології програмування

***Спеціальність:*** 113 Прикладна математика

***Галузь знань:*** 11 Математика та статистика

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол №1 від 31 серпня 2023 р.

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація навчальної дисципліни
3. Мета та цілі навчальної дисципліни
4. Програмні компетентності
5. Програмні результати навчання
6. Структура навчальної дисципліни
7. Система оцінювання навчальної дисципліни
8. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни
9. Політика навчальної дисципліни

## 1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

<b>Назва дисципліни</b>	<b>Чисельна оптимізація</b> Numerical Optimization
<b>Освітня програма</b>	Комп'ютерне моделювання та технології програмування
<b>Спеціальність</b>	113 Прикладна математика
<b>Галузь знань</b>	11 Математика та статистика
<b>Освітній рівень</b>	перший (бакалаврський)
<b>Статус дисципліни</b>	<b>вибіркова</b> (з циклу професійної підготовки)
<b>Рік підготовки/семестр</b>	4 <sup>ий</sup> / 7 <sup>ий</sup>
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів ECTS / 180 год.
<b>Розподіл годин за видами занять</b>	лекції – 20 год практичні – 40 год самостійна робота – 120 год
<b>Форма контролю</b>	<b>залік</b>
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua">https://d-learn.pnu.edu.ua</a>
<b>Пререквізити</b>	чисельні методи, методи оптимізації і дослідження операцій
<b>Постреквізити</b>	виробнича практика, кваліфікаційна робота

<b>Кафедра</b>	диференціальних рівнянь і прикладної математики ауд. 315 ЦК, <a href="https://kdrpm.pnu.edu.ua">https://kdrpm.pnu.edu.ua</a>
<b>Викладач(-і)</b>	<b>Павло ВАСИЛИШИН</b>
<b>Контактний телефон</b>	(0342)596027
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:pavlo.vasylyshyn@pnu.edu.ua">pavlo.vasylyshyn@pnu.edu.ua</a>
<b>Профайл</b>	<a href="https://vasylyshyn.pnu.edu.ua">https://vasylyshyn.pnu.edu.ua</a>
<b>Консультації</b>	згідно з розкладом консультацій на сайті кафедри

## 2. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вибіркова навчальна дисципліна «Чисельна оптимізація» є важливим і гармонійним доповненням таких нормативних навчальних дисциплін як «Чисельні методи» та «Методи оптимізації і дослідження операцій» у програмі підготовки бакалавра за спеціальністю "Прикладна математика". Актуальність чисельних методів обумовлена тим, що для відшукування розв'язків більшості оптимізаційних задач на практиці застосування необхідних та достатніх умов екстремуму є неможливим або неефективним з різних об'єктивних причин (недостатня гладкість і неявне задання цільових функцій, складність відшукування стаціонарних точок і перевірки достатніх умов екстремуму тощо). Поява швидкодіючих ЕОМ в останні кілька десятиліть сприяла стрімкому розвитку чисельної оптимізації, що призвело до появи алгоритмів і програмного забезпечення, придатних для розв'язування реальних прикладних задач (зокрема задач великої розмірності, котрі ще донедавна через свою складність вважались недоступними). Власне, навчальна дисципліна якраз і сфокусована на вирішенні питань, які виникають при дослідженні цільових функцій на екстремум чисельними методами.

## 3. МЕТА І ЦІЛІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ознайомити студентів з принципами побудови, теоретичними основами і особливостями алгоритмічної реалізації основного арсеналу чисельних методів оптимізації. Виробити у студентів систему знань, умінь і навиків, що необхідні для ефективного застосування цих методів на практиці.

## 4. ПРОГРАМНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ

- Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язування прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач з допомогою спеціалізованих програмних засобів.

## 5. ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.
- Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.

## 6. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕМА, ПЛАН	КІЛЬКІСТЬ ГОДИН		
	ЛЕКЦІЇ	ЛАБОРАТОРНІ	САМОСТІЙНА РОБОТА
<b>МОДУЛЬ 1. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ОДНОВИМІРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ</b>			
<b>ПРЯМІ МЕТОДИ</b> - постановка задачі одновимірної оптимізації і стратегії пошуку безумовного мінімуму - алгоритм Свенна евристичного вибору початкового проміжку невизначеності - метод рівномірного і порозрядного пошуку - метод поділу відрізка навпіл (бісекції) і дихотомії - метод золотого поділу і Фібоначчі - порівняння методів послідовного пошуку - метод квадратичної інтерполяції (парабол)	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>14</b>
<b>НЕПРЯМІ МЕТОДИ</b> - поняття про непрямі методи, що використовують інформацію про похідні цільової функції - метод середньої точки - метод хорд - метод дотичних (Ньютона) - модифікації методу Ньютона - методи оптимізації багатомодальних функцій	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>14</b>
<b>МОДУЛЬ 2. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ БАГАТОВИМІРНОЇ БЕЗУМОВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ</b>			
<b>МЕТОДИ НУЛЬОВОГО ПОРЯДКУ (ПРЯМІ)</b> - постановка задачі багатовимірної безумовної оптимізації, класифікація методів - поняття збіжності і оцінка її швидкості, правила зупинки - метод конфігурацій (Хука-Джівса) - метод деформованого симплекса (Нелдера-Міда) - метод Розенброка - метод спряжених напрямів (Пауелла) - методи випадкового пошуку	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>16</b>
<b>МЕТОДИ ПЕРШОГО ПОРЯДКУ</b> - загальна схема методів спуску - метод градієнтного спуску з фіксованим кроком - метод найшвидшого градієнтного спуску - метод покоординатного спуску, - метод Гауса-Зейделя - метод спряжених градієнтів (Флетчера-Рівса) - метод Девідона-Флетчера-Пауелла - метод кубічної інтерполяції	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>16</b>

<b>МЕТОДИ ДРУГОГО ПОРЯДКУ</b> - метод Ньютона та його узагальнення - метод Ньютона-Рафсона - метод Маквардта	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
<b>МОДУЛЬ 3. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ БАГАТОВИМІРНОЇ УМОВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ</b>			
<b>МЕТОДИ ПОСЛІДОВНОЇ БЕЗУМОВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ</b> - постановка задачі і принципи побудови чисельних методів багатовимірної умовної оптимізації - метод штрафних функцій - метод бар'єрних функцій - комбінований метод штрафів - метод множників - метод точних штрафних функцій	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>14</b>
<b>МЕТОДИ МОЖЛИВИХ НАПРЯМІВ</b> - метод проєкції градієнта (Розена) - метод Зонтендейка	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
<b>МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ</b>	<b>–</b>	<b>2</b>	<b>24</b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>120</b>

## 7. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Накопичування балів впродовж вивчення дисципліни

Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Лекції (ЛК)	5
Лабораторні роботи (ЛР)	50
Модульний контроль (МК)	35
Самостійна робота (СР)	10
<b>Максимальна кількість балів</b>	<b>100</b>

Види навчальної роботи	Навчальні тижні																	Разом	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	КС		С
ЛК															5				5
ЛР		7		7		7		7		7		8		7					50
СР																	10		10
МК															35				35
<b>Разом</b>		<b>7</b>		<b>7</b>		<b>7</b>		<b>7</b>		<b>7</b>		<b>8</b>		<b>7</b>	<b>40</b>		<b>10</b>		<b>100</b>

## ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ

(відповідно до Положення про організацію освітнього процесу)

– **«відмінно»** – здобувач освіти міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;

– **«добре»** – здобувач освіти добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного матеріалу або при аналізі практичного матеріалу;

– **«задовільно»** – здобувач освіти в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю;

– **«незадовільно»** – здобувач освіти не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

## 8. РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Матеріально-технічне забезпечення</b>	Лекційна аудиторія, мультимедіа, комп'ютерна лабораторія з програмним забезпеченням
<b>Інформаційне забезпечення</b>	Рекомендована література

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бейко І.В., Зінько П.М., Наконечний О.Г. Задачі, методи і алгоритми оптимізації: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2011.
2. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації. – Черкаси: Брама-Україна, 2005.
3. Нефьодов Ю.М., Балицька Т.Ю. Методи оптимізації в прикладах і задачах: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2011.
4. Vanderplaats G.N. Numerical Optimization Techniques for Engineering Design. Springer, New York, 2003.

## 9. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Академічна доброчесність</b>	Обов'язкова та регламентується <a href="#">Положенням про запобігання академічному плагіату</a> .
<b>Пропуски занять (відпрацювання)</b>	Не схвалюються і приводять до втрати частини передбачених балів
<b>Виконання завдань пізніше встановленого терміну</b>	Приводить до зниження максимальної оцінки за відповідний вид роботи до рівня «добре»
<b>Невідповідна поведінка під час заняття</b>	Приводить до відсторонення від заняття
<b>Додаткові бали</b>	За розв'язування завдань підвищеної складності
<b>Неформальна освіта</b>	Можливість повного або часткового зарахування результатів неформальної освіти за умови співпадіння програмних результатів навчання

Викладач Павло ВАСИЛИШИН