

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ  
Кафедра обчислювальної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник декана  
з навчальної роботи  
Кашпур О.Ф.  
« 30 » 05 2019 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ПРОБЛЕМИ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ  
для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| галузь знань              | 11 “Математика та статистика” |
| спеціальність             | 113 “Прикладна математика”    |
| освітній рівень           | третій (освітньо-науковий)    |
| освітньо-наукова програма | “Прикладна математика”        |
| вид дисципліни            | вибіркова                     |

|  |                |
|--|----------------|
| Форма навчання                             | денна / заочна |
| Навчальний рік                             | 2019/2020      |
| Рік навчання                               | 2              |
| Кількість кредитів ECTS                    | 4              |
| Мова викладання, навчання<br>та оцінювання | українська     |
| Форма заключного контролю                  | екзамен        |

Викладачі: професор Семенов Володимир Вікторович, д.ф.-м.н.

Пролонговано: на 20 20/20 21 н.р. (протокол № 8) « 30 » 03 2020 р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

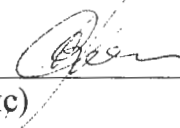


КИЇВ – 2019

Розробник: Семенов Володимир Вікторович, д. ф.-м. н., проф., професор кафедри обчислювальної математики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри «Обчислювальної математики»

  
Ляшко С.І.  
(підпис)

Протокол № 8 від «21» квітня 2019 р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

---

Протокол від « 26 » 04 2019 року № 2

Голова науково-методичної комісії  доцент, к.ф.-м.н. Омельчук Л.Л.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**1. Мета дисципліни** формування теоретичних знань та практичних умінь з аналізу та проектування сучасних алгоритмів оптимізації, що необхідно для побудови нових ефективних програм обробки інформації для науковій діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань з проектування та аналізу оптимізаційних алгоритмів.

## 2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Знати:* матеріал стандартних університетських курсів математичного аналізу, лінійної алгебри та дослідження операцій.
- Вміти:* програмувати на одній з актуальних мов програмування, творчо використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності матеріал стандартних університетських курсів математичного аналізу, лінійної алгебри та дослідження операцій.

## 3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Проблеми та методи оптимізації» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вона забезпечує ознайомлення з актуальними проблемами оптимізації, поглиблення та удосконалення знань основних принципів теорії екстремальних задач, опуклого аналізу та методів розв'язання екстремальних задач. Ці знання є елементом фундаментальної математичної підготовки, яка очікується від аспірантів. Вони допоможуть застосовувати сучасні методи для розв'язання задач оптимального керування, дослідження операцій, створення математичних моделей. Аспірант, що опанував курс, має орієнтуватись в сучасній науковій літературі, яка присвячена розглянутому колу питань.

**4. Завдання (навчальні цілі):** набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень в теорії оптимізації, відповідно науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, розвивати: здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології математичного моделювання, реалізовувати алгоритми математичного моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити експерименти за допомогою програми математичного моделювання з обробкою й аналізом результатів.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

| Результат навчання (РН)<br>(1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність) |   | Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання | Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)                                      | Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни |
|--|---|--|---|--|
| Код  | Результат навчання  |  |   |  |
| РН 1.1   | Знати основні сучасні методи гладкої опуклої оптимізації                              | <i>Лекція, практичне заняття</i>                         | <i>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i> | 20%  |
| РН 1.2   | Знати основні сучасні методи негладкої опуклої оптимізації                            |  |   |  |
| РН 1.3   | Уміти реалізовувати сучасні методи оптимізації  |  |   | 20%  |
| РН 1.4   | Знати теоретичні методи дослідження складності та швидкості обчислювальних алгоритмів |  |   |  |

|        |   |  |  |     |
|--------|---|--|--|-----|
| PH 2.1 | Вміти обирати та будувати ефективні алгоритми оптимізації   | Лекція,<br>практичне<br>заняття,<br>самостійна<br>робота | Контрольна<br>робота 2 (60%<br>правильних<br>відповідей),<br>екзамен, захист<br>проекту,<br>виконання<br>завдань, винесених<br>на самостійну<br>роботу | 20% |
| PH 2.2 | Вміти встановлювати оцінки швидкості збіжності та точності основних алгоритмів оптимізації  |  |  | 20% |
| PH 2.3 | Вміти застосовувати алгоритми оптимізації як ефективну загальну методологію   | Практичне<br>заняття,<br>самостійна<br>робота            | Захист проекту   | 5%  |
| PH3.1  | Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань розробки алгоритмів та програм, скласти письмові звіти  |  |  | 5%  |
| PH4.1  | Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності. |  |  | 5%  |
| PH4.2  | Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість   |  |  | 5%  |

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

| Програмні результати навчання<br>(з опису освітньої програми)   | Результати навчання дисципліни |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | PH 1.1                         | PH 1.2 | PH 1.3 | PH 1.4 | PH 2.1 | PH 2.2 | PH 2.3 | PH 3.1 | PH 4.1 | PH 4.2 |
| <b>ПРН-9.</b> Знати, розуміти і застосовувати математичні концепції, методи системного аналізу і математичного моделювання. | +                              | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      |

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4 – 5 балів/3 бали;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: PH2.1, PH2.2 – 5 балів/3 бали;
3. Контрольна робота 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH2.2 – 15 балів/9 балів;
4. Контрольна робота 2: PH1.3, PH1.4, PH2.1, PH2.2 – 15 балів/9 балів;
6. Захист проекту: PH2.1, PH2.2, PH2.3, PH3.1, PH4.1, PH4.2, – 20 балів/12 балів;

#### - підсумкове оцінювання: екзамен.

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

Для здобувачів освітньо-наукового ступеня, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 20 балів для одержання іспиту за рішенням кафедри не допустити до складання іспиту із рекомендацією здати контрольні роботи та захистити проект до повторного складання іспиту.

Рекомендований мінімум – 36 балів.

## 7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, та модульних контрольних робіт за графіком робочої програми.

У частину 1 входять теми 1 - 3, у частину 2 – теми 4 – 6 у частину 3 – теми 7 – 9. Обов'язковим для екзамену є виконання усіх контрольних робіт та захист проекту до вказаної викладачем дати, перед початком екзаменаційної сесії, згідно навчального плану. Переписування чи перескладання тем не практикується. Дозволяється здача окремих завдань модульних тем у проміжках між написанням модульних контрольних робіт (наприклад, перша тема здається до здачі наступної модульної контрольної роботи у будь-який зручний для викладача та студента час).

### Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Контрольна робота: до 5 тижня навчального періоду.*
2. *Контрольна робота: до 13 тижня навчального періоду.*
3. *Захист проекту: до 10 тижня навчального періоду.*

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання та прездачі контрольні роботи здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу”.

## 7.3. Шкала відповідності оцінок

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| <b>Відмінно</b> / Excellent      | 90-100 |
| <b>Добре</b> / Good              | 75-89  |
| <b>Задовільно</b> / Satisfactory | 60-74  |
| <b>Незадовільно</b> / Fail       | 0-59   |

**При визначенні оцінки визначальною є робота в семестрі.** Після завершення розгляду тем проводяться письмові контрольні роботи та теоретичне опитування.

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

| №   | Назва лекції  | Кількість годин |           |                   |
|---|---|-----------------|-----------|-------------------|
|   |   | Лекції          | Практичні | Самостійна робота |
| <b>Частина 1. Гладка опукла оптимізація</b>     |   |                 |           |                   |
| 1   | <b>Тема 1.</b> Основні властивості гладких функцій та умови оптимальності.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Класифікація та якісний аналіз оптимізаційних задач по темі дисертаційної роботи.  | 2               |           | 8                 |
| 2   | <b>Тема 2.</b> Проксимально-градієнтні алгоритми, узагальнений алгоритм умовного градієнту.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Застосування проксимально-градієнтних алгоритмів для розв'язання задач по темі дисертаційної роботи.            | 2               |           | 12                |
| 3   | <b>Тема 3.</b> Швидкі градієнтні алгоритми.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Застосування швидких алгоритмів для розв'язання оптимізаційних задач по темі дисертаційної роботи.  | 1               | 2         | 8                 |
| <i>Контрольна робота 1</i>                      |   | 1               |           |                   |
| <b>Частина 2. Негладка опукла оптимізація</b>   |   |                 |           |                   |
| 4   | <b>Тема 4.</b> Субдиференціали опуклих функцій та умови оптимальності.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Побудова та доведення умов оптимальності для спеціальних класів задач, пов'язаних з аналізом даних та оптимальним керуванням.        | 2               |           | 12                |
| 5   | <b>Тема 5.</b> Субградієнтний метод<br><i>Самостійна робота:</i><br>Дослідження швидкості збіжності різних варіантів субградієнтного методу.  | 2               | 2         | 8                 |
| 6   | <b>Тема 6.</b> Метод ADMM.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Порівняння ефективності ADMM та різних методів розв'язування задач умовної опуклої оптимізації.  | 2               |           | 12                |
| <b>Частина 3. Спеціальні задачі оптимізації</b> |   |                 |           |                   |
| 7   | <b>Тема 7.</b> Задачі оптимізації, що виникають у машинному навчанні та оптимальному керуванні.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Проведення якісного аналізу задач оптимізації, що виникають у машинному навчанні та оптимальному керуванні. | 2               |           | 12                |
| 8   | <b>Тема 8.</b> Варіаційні нерівності та алгоритми їх розв'язання.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Застосування варіаційних нерівностей для  | 2               |           | 12                |

|                            |   |    |   |    |
|----------------------------|---|----|---|----|
|                            | розв'язання дисертаційної задачі  |    |   |    |
| 9                          | <b>Тема 9.</b> Основні децентралізовані розподілені алгоритми оптимізації.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Дослідження особливостей застосування децентралізованих розподілених алгоритмів оптимізації. | 1  |   | 12 |
| <i>Контрольна робота 2</i> |   | 1  |   |    |
| ВСЬОГО                     |   | 18 | 4 | 96 |

**Загальний обсяг 120 годин**, в тому числі:

Лекцій – **18 годин**,

Практичні – **4 години**.

Консультації - **2 години**.

Самостійна робота – **96 годин**.

## 9. Рекомендовані джерела

### *Основні:*

1. Васильев Ф.П. Методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1981.
2. Нестеров Ю.Е. Введение в выпуклую оптимизацию. – М.: МЦНМО, 2010.
3. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. – М.: URSS, 2013.
4. Beck A. First-Order Methods in Optimization. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2017.

### *Додаткові:*

1. Bauschke Н.Н., Combettes P.L. Convex Analysis and Monotone Operator Theory in Hilbert Spaces. – Springer, 2011.
2. Васин В.В., Еремин И.И. Операторы и итерационные процессы фейеровского типа. (Теория и приложения). – Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005.
3. Алеексеев В.М., Галлеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. – М.: Наука, 1984.
4. Бакушинский А. Б., Гончарский А. В. Некорректные задачи. Численные методы и приложения. – М.: Изд-во МГУ, 1989.
5. Ж.-П.Обен, И.Экланд. Прикладной нелинейный анализ. – М.: Мир, 1988.
6. Галеев Э.М. Оптимизация. Теория, примеры, задачи. – М.: КомКнига, 2006.

## 10. Додаткові ресурси:

Персональна сторінка проф. Семенова В.В. <http://om.univ.kiev.ua/ua/user-5>.