

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ

Кафедра прикладної статистики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Проблеми моделювання систем та дискретної оптимізації
МОДУЛЬ 2. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ДИСКРЕТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ
для студентів

галузь знань	12 «Інформаційні технології»
спеціальність	124 «Системний аналіз»
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	«Системний аналіз»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: **професор Семенова Наталія Володимирівна, д.ф.-м.н.**

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2020

Розробник: **Семенова Наталія Володимирівна**, д.ф.-м.н., професор кафедри прикладної статистики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри Прикладної Статистики



(Лебедєв Є.О.)

Протокол № 1 від «27» серпня 2020 р.

Схвалено Гарантом освітньо-професійної програми першого рівня вищої освіти

«Системний аналіз» Шарапов М.М. Шарапов

«28» серпня 2020 року

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

Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії

(підпис)

(Омельчук Л.Л.)

(прізвище та ініціали)

«28» серпня 2020 року

1. Метою дисципліни є формування у студентів базових знань теорії та сучасних проблем дискретної оптимізації, оволодіння практичними навичками формалізації різноманітних актуальних наукових та прикладних задач в термінах дискретної оптимізації для математичного моделювання процесів і явищ різної природи на сучасних комп'ютерних системах, оволодіння навичками використання та розробки ефективних методів дослідження та розв'язання складних задач дискретної оптимізації. Предмет дисципліни «Сучасні проблеми дискретної оптимізації» включає в себе висвітлення проблем розробки математичних моделей і методів та їх застосування для прийняття оптимальних рішень у різних сферах людської діяльності: наукових дослідженнях, виробництві, економіці, техніці, медицині та бізнесі.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. *Знати:* матеріал стандартних університетських курсів математичного аналізу, лінійної алгебри, дослідження операцій, теорії прийняття рішень, теорії імовірності, теорії графів, дискретної оптимізації з використанням сучасних обчислювальних ресурсів; програмувати на одній з актуальних мов програмування.

2. *Вміти:* творчо використовувати у навчальному процесі, дослідницькій матеріал стандартних університетських курсів математичного аналізу, лінійної алгебри, дослідження операцій, теорії імовірності, теорії графів, дискретної та векторної оптимізації з використанням сучасних обчислювальних ресурсів; розв'язувати типові задачі з цих курсів, програмувати на одній з актуальних мов програмування.

3. Анотація навчальної дисципліни: Дисципліна «Проблеми моделювання систем та дискретної оптимізації» належить до переліку дисциплін за вибором студента. Предметом вивчення модулю 2 «Сучасні проблеми дискретної оптимізації» навчальної дисципліни є актуальні проблеми дискретної оптимізації, що стосуються основних принципів розробки математичних методів дослідження коректності та розв'язання складних задач дискретної оптимізації, в тому числі векторних. Він забезпечує ознайомлення, поглиблення та удосконалення знань, які є елементом фундаментальної математичної підготовки студентів, і які можуть бути використані при практичному застосуванні моделей і методів дискретної оптимізації при розв'язуванні складних задач оптимального проектування, управління функціонуванням економічних та технічних об'єктів і систем, а також при виконанні наукових проєктів. Викладається у 8-му семестрі, обсяг 50 год. (2 кредити ECTS), з них семінарських занять – 20 год., самостійна робота – 30 год. Передбачено іспит.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати основні означення, поняття, математичні моделі, методи дискретної оптимізації: точні та наближені методи, методи локального пошуку, евристичні методи, генетичні алгоритми, декомпозиційні методи, типи та умови стійкості розв'язків, умови існування різних видів розв'язків векторних дискретних задач

вміти розробляти та застосовувати на практиці методи розв'язання та аналізу коректності векторних задач дискретної оптимізації, обґрунтовувати власний погляд на оптимізаційну задачу, спілкуватися з колегами з питань розробки та використання методів та алгоритмів. Студент, що опанував курс, має самостійно використовувати вивчені методи дискретної оптимізації для математичного моделювання процесів та явищ різної природи на сучасних комп'ютерних системах, оволодіти методами дослідження складних задач, що виникають на практиці, вміти працювати з науковою літературою, самостійно робити доповіді та отримувати нові наукові результати в галузі дискретної оптимізації.

4 Завдання (навчальні цілі)

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) відповідно до освітньої кваліфікації бакалавра з системного аналізу. Зокрема, розвивати:

- K17. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем.
- K18. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.
- ФКСАС 2. Здатність проводити аналітично обґрунтоване планування експериментів і спостережень, здійснювати статистичний аналіз отриманих результатів та коректно їх інтерпретувати

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (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 історію становлення та розвитку дискретної оптимізації; основні концепції дискретної оптимізації.	Семінарське заняття	Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді	20%
РН 1.2	Знати сучасні тенденції розвитку, наукові і прикладні досягнення дискретної оптимізації.			
РН 1.3	Знати сучасні підходи, методи оптимізації, комп'ютерні технології та засоби розв'язання актуальних наукових проблем дискретної оптимізації.			20%
РН 1.4	Знати теоретичні методи дослідження складності та швидкості обчислювальних алгоритмів			
РН 2.1	Вміти з нових дослідницьких позицій формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для розвитку дискретної оптимізації.	Семінарське заняття,, самостійна робота	виконання завдань, винесених на самостійну роботу	20%
РН 2.2	Вміти розробляти та застосовувати методи дискретної оптимізації для математичного моделювання та оптимізації науково-технічних, економічних, екологічних та соціальних процесів і систем.			20%
РН 2.3	Вміти аналізувати та розв'язувати практичні задачі дискретної оптимізації., обирати найефективніші методи їхнього дослідження та розв'язання.			5%
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань розробки математичних моделей, методів, алгоритмів та програм, складати письмові звіти.	Семінарське заняття самостійна робота	виконання завдань, винесених на самостійну роботу	5%
РН4.1	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%
РН4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість.			5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	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
<i>(з опису освітньої програми)</i>										
	+	+	+	+	+	+	+			
ПРСАС 1. Проводити статистичне оцінювання невизначених параметрів розподілів стохастичних факторів досліджуваних процесів, формалізувати стохастичні фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів.								+	+	+
ПРСАС 2. Застосовувати вивчені методи системного і статистичного аналізу, обробки даних та імітаційного моделювання.										

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

Контроль знань студентів здійснюється за кредитно-трансфертною системою. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою.

Семестрове оцінювання. При виставленні балів враховується: оцінка за контрольну роботу – 20 балів; робота студентів на заняттях – 20 бали, виконання самостійної роботи – 20 бали за кожен частину.

Підсумкове оцінювання проводиться у формі іспиту – 40 балів.

Студент допускається до екзамену, якщо в семестрі набрав не менше ніж 36 балів. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен має бути не менше 24 балів.

Результати навчання які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH2.1.

*Підсумкова оцінка $100=20+2*20+2*20$.*

7.2 Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота: до 7 тижня семестру.

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та передачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу”.

- підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів;

- результати навчання які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH2.1;

- форма проведення і види завдань: письмова.

7.3. Шкала відповідності оцінок

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

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

№	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Семінарські	Самостійна робота
Математичні моделі проблем дискретної оптимізації				
1	<p>Тема 1. Вступ до дисципліни. Становлення і розвиток дискретної оптимізації, сучасні тенденції розвитку, наукові і прикладні досягнення дискретної оптимізації. Взаємозв'язок з іншими науками. Основні сфери виникнення і застосування задач дискретної оптимізації.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> На прикладі задач за темою дипломної роботи описати і проаналізувати етапи побудови математичних моделей досліджуваних процесів в термінах дискретної оптимізації.</p>		2	3
2	<p>Тема 2. Загальні напрями сучасних проблем дискретної оптимізації. Деякі типи задач дискретної оптимізації. Узагальнення постановок задач.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> На прикладі задач за темою дипломної роботи провести аналіз та можливе узагальнення їхнього формулювання шляхом врахування в постановках задач ризику, керованості та невизначеності вхідної інформації.</p>		1	3
3	<i>Контрольна робота</i>		1	
Задачі дискретної оптимізації за умов неоднозначно заданих даних				
4	<p>Тема 3. Деякі оцінки для задач цілочислового лінійного програмування. Відстані між оптимальними розв'язками.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Оцінки відхилення наближених розв'язків від оптимальних в деяких задачах дискретної оптимізації.</p>		2	3
5	<p>Тема 4. Задачі дискретної оптимізації за умов неоднозначно заданих даних. Принципи оптимальності. Основні означення. Поняття розв'язку. Геометрична інтерпретація. Метод розв'язання різних класів задач цілочислової оптимізації, дані яких задаються множинами їх можливих значень.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язати числовий приклад розв'язання задачі з інтервально заданими даними.</p>		2	3

6	Тема 5. Методи оптимізації в багатокритеріальних та ієрархічних системах. <i>Самостійна робота:</i> Застосування моделі та методу багатокритеріальної дискретної оптимізації для розв'язання задачі за темою дипломної роботи.		2	3
Розробка та обґрунтування комп'ютерних методів розв'язання векторних задач дискретної оптимізації				
7	Тема 6 Точні та наближені методи дискретної оптимізації. <i>Самостійна робота:</i> Охарактеризувати основні методи дискретної оптимізації, що використовують локальний пошук.		2	3
8.	Тема 7. Генетичні алгоритми розв'язання задач багатокритеріальної дискретної оптимізації. <i>Самостійна робота:</i> Провести порівняльний аналіз генетичних алгоритмів розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації.		2	3
9.	Тема 8. Методи розв'язання багатокритеріальних задач комбінаторної оптимізації. <i>Самостійна робота:</i> Провести обчислювальні експерименти розв'язання багатокритеріальних задач комбінаторної оптимізації на різних комбінаторних множинах.		2	3
10.	Тема 9. Метод розв'язання дворівневої задачі дискретної оптимізації в оптимістичній постановці. <i>Самостійна робота:</i> Дослідження алгоритмів розв'язання багатокритеріальних та дворівневих задач дискретної оптимізації.		2	3
11.	Тема 10. Алгоритми розпаралелювання обчислень розв'язання векторних задач дискретної оптимізації <i>Самостійна робота:</i> Розв'язати векторну задачу дискретної оптимізації паралельним алгоритмом на основі методу опорних точок.		2	3
ВСЬОГО			20	30

Загальний обсяг 50 годин, в тому числі:

Семинарські – **20 години**,

Самостійна робота – **30 годин**.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Сергієнко І.В. Методи оптимізації та системного аналізу для задач трансобчислювальної складності. Київ: Академперіодика, 2010. 296 с.
(Sergienko Ivan V. Methods of optimization and systems analysis for problems of trans-computational complexity. New York, Heidelberg, Dordrecht, London: Springer, 2012. 226 p.).
2. Корте Б., Фиген Й. Комбинаторная оптимизация. Теория и алгоритмы. М.: Изд-во МЦНМО, 2015. 720 с.
3. Сергієнко І.В., Шило В.П. Задачи дискретной оптимизации: проблемы, методы решения, исследования. Киев: Наук. думка, 2003. 264 с.
4. Сергієнко І.В., Шило В.П., Роцин В.О. Дискретна оптимізація. Алгоритми та їхнє ефективне використання. Київ: Наук. думка, 2020. с.

5. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации (2-е изд., доп. и перераб.). Київ: Наук. думка, 1988. 472 с.
6. Семенова Н.В., Колечкина Л.М. Векторні задачі дискретної оптимізації на комбінаторних множинах: методи дослідження та розв'язання. Київ: Наук. думка, 2009. 266 с.
7. Схрейвер А. Теория линейного и целочисленного программирования.: В 2-х томах. М.: Мир, 1991. – 360с., 342с.
8. Сигал И.Х. Оценки отклонения приближенных решений от оптимального в некоторых задачах дискретной оптимизации. Известия Академии наук. Теория и системы управления.- 2004.-№1.-С. 104-109.
9. Сергиенко И.В., Семенова Н.В., Семенов В.В. Двухуровневая задача оптимизации распределения межбюджетных трансфертов при заданных ограничениях. *Кибернетика и системный анализ*. 2019. № 6. С. 30-40.
10. Семенова Н.В. Методы поиска гарантирующих и оптимистических решений задач целочисленной оптимизации в условиях неопределенности данных. *Кибернетика и системный анализ*. 2007. № 1. С. 103-114.
11. Лебедева Т.Т., Семенова Н.В., Сергиенко Т.И. Качественные характеристики устойчивости векторных задач дискретной оптимизации с различными принципами оптимальности. *Кибернетика и систем. анализ*. 2014. **50**, №2. С. 75–82.
12. Лебедева Т.Т., Семенова Н.В., Сергиенко Т.И. Устойчивость векторных задач целочисленной оптимизации: взаимосвязь с устойчивостью множеств оптимальных и неоптимальных решений. *Кибернетика и систем. анализ*. 2005. **41**, №4. С. 90–100.
13. Сергієнко І.В., Михайлюк В.О. Постоптимальний аналіз та наближені алгоритми реоптимізації для задач дискретного програмування. Київ: Наук. думка, 2015. 248 с.
14. Сергиенко И.В., Рошин В.А., Семенова Н.В. Некоторые задачи целочисленного программирования с неоднозначно заданными данными и их решения. *Проблемы управления и информатики*. 1998. №6. С.116-123.
15. Береснев В. Л., Мельников А. А. Верхняя граница для задачи конкурентного размещения предприятий и выбора объёмов их производства при альтернативных сценариях потребления. *Дискретн. анализ и исслед. опер.* 2017, том 24, № 4, С. 5–21.
16. Шенмайер В.В. Приближённый алгоритм для иерархической задачи о назначениях, *Дискретн. анализ и исслед. опер.* 2008, том 15, № 4, 84–91.
17. Кузнецова А.А., Стрекаловский А.С., Цэвэндордж И. Об одном подходе к решению целочисленных задач оптимизации. *Журн. выч. мат. и матем. физики*. 1999. **39**, №1. С. 9-16.
18. A. Chinchuluun, P.M. Pardalos. A survey of recent developments in multiobjective optimization *Ann. of Oper. Res.* 2007. 154. P. 29-50.
19. Сергиенко И.В., Козерацкая Л.Н., Лебедева Т.Т. Исследование устойчивости и параметрический анализ дискретных оптимизационных задач. – Киев: Наук. думка, 1995. 170 с.
20. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992. 504 с.
21. Задачі оптимального проектування надійних мереж / Н.З. Шор, І.В. Сергієнко, В.П. Шило та ін. Київ: Наук. думка, 2005. 230 с.

Додаткові

22. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1982. 256 с.
23. Optimization Methods and Applications. In Honor of Ivan V. Sergienko's 80th Birthday / S. Butenko, P.M. Pardalos, V. Shylo. Springer Optimization and Its Applications. Vol. 130.. Springer International Publishing, 2017. 639 p.

24. Multiple criteria optimization: state of art annotated bibliographic surveys / M. Ehrgott, X. Gandibleux. Kluwer Academic Publishers: New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2002. 496 p.
25. K. Klamrots, J. Tind, S. Zust. Integer programming duality in multiple objective programming. *Journ. of Global Optimiz.* 2004.29. P. 1-18.