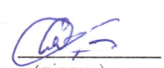




**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
Комп'ютерні технології моделювання та оптимізації складних систем  
(назва дисципліни)

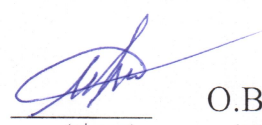
для здобувачів за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки  
освітньо-наукової програми «Інформаційні технології»  
«28» серпня 2020 р., – 11 с.

Розробник:  
Професор кафедри математичного  
моделювання та штучного інтелекту  
д.ф.-м.н., професор  
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

С.В. Яковлев  
(прізвище та ініціали)

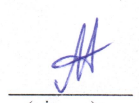
Гарант ОНП  
професор кафедри комп'ютерних  
наук та інформаційних технологій  
д.т.н., доцент  
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

О.В. Прохоров  
(прізвище та ініціали)

Протокол №1 від «28» серпня 2020 р. засідання кафедри №304

Завідувач кафедри математичного  
моделювання та штучного інтелекту  
д.т.н., доцент  
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

А.Г. Чухрай  
(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу  
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко

Голова наукового товариства  
студентів, аспірантів,  
докторантів і молодих вчених



Т. П. Старовойт

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань</b> <b>12 «Інформаційні технології»</b> <small>(шифр та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b> <b>122 «Комп'ютерні науки»</b> <small>(код та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Освітня програма</b> <b>«Інформаційні технології»</b> <small>(найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b>  третій (освітньо-науковий)</p>	Вибіркова дисципліна (перелік 1)	
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>	
Кількість змістових модулів – 2		2020/ 2021	
Індивідуальне завдання		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 210 денна – 80/210		2-й	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 8,125		<b>Лекції</b>	
		32- годин	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		48 годин	
		<b>Лабораторні</b>	
	0 годин		
<b>Самостійна робота</b>			
130 годин			
<b>Вид контролю</b>			
іспит			

### Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 80/130.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Комп'ютерні технології моделювання та оптимізації складних систем» є формування системи знань щодо комп'ютерного моделювання складних систем та застосування методів оптимізації їх параметрів, навчання роботі із сучасними програмними системами оптимізації складних систем.

**Завданнями** вивчення дисципліни «Комп'ютерні технології моделювання та оптимізації складних систем» є формування навичок аналізу та синтезу складних систем, реалізація фундаментальних принципів побудови оптимальних систем, засвоєння основних методів оптимізації структури та параметрів систем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК. Здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання.

ЗК. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань).

ЗК. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК. Здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності.

СК. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній науці та дотичних до неї (нього, них) міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

СК. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК. Здатність до розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної інформації та суперечливих вимог

### **Очікувані результати навчання:**

РН. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, ...) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

PH. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

PH. Розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.

PH. Використовувати методи статичної обробки номінальних вибірок;

**Міждисциплінарні зв'язки:**

Для вивчення дисципліни необхідно володіти знаннями таких дисциплін, як «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Математичне та комп'ютерне моделювання», «Дискретна математика», «Системний аналіз та теорія прийняття рішень».

### **3. Програма навчальної дисципліни «Комп'ютерні технології моделювання та оптимізації складних систем»**

#### **Модуль 1.**

##### **Змістовний модуль 1. Загальна теорія складних систем і проблем оптимізації**

**Тема 1.** Складні системи (СС). Основні поняття теорії систем (система, підсистема, надсистема, система систем, зв'язку, страти). Види моделей для опису систем, зв'язків тощо. Особливості складних систем. Принципи системного підходу, як концептуальна модель опису та дослідження СС.

**Тема 2.** Теоретичний аспект проблеми вибору і проблеми оптимізації. Основні поняття і визначення. Особи, які приймають рішення. Люди і їх ролі в процесі прийняття рішень. Особлива важливість проблем індивідуального вибору. Альтернативи. Критерії. Оцінки за критеріями. Процесі прийняття рішень. Множина Еджворта - Парето. Типові задачі прийняття рішень. Приклад узгодження інтересів ЛПР і активних груп. Багатодисциплінарний характер науки про прийняття рішень.

**Тема 3.** Концептуальні моделі прийняття рішень. Аксиоматичні теорії раціональної поведінки. Багатокритеріальні рішення. Методи оцінки и порівняння багатокритеріальних альтернатив. Моделі експертних рішень. Моделі колективних рішень. Проблема оптимізації та проблема вибору.

**Тема 4.** Особливості проблеми оптимізації СС. Багатоцільовий характер і невизначеність цілей оптимізації. Априорна невизначеність, невизначеність процедур (сценаріїв) досягнення цілей

**Тема 5.** Основні постановки формальних та неформальних задач оптимізації. Особливості формальних (математичних) моделей задач оптимізації. Обговорення методів евристичної оптимізації. Комбінований («інженерний») підхід до оптимізації СС. Співвідношення між рішенням задач математичної оптимізації, евристичною і комбінованою оптимізацією.

#### **Модуль 2.**

##### **Змістовний модуль 2. Методи і алгоритми розв'язання екстремальних задач**

**Тема 6.** Загальна характеристика методів розв'язання екстремальних задач. Класифікація методів розв'язання екстремальних задач за їх характеристиками. Екстремальні задачі для функцій однієї змінної. Екстремальні задачі для функцій багатьох змінних. Варіаційні задачі. Класичні і неklasичні (метод максимуму Д.С. Понтрягіна і метод динамічного програмування) підходи до розв'язання варіаційних задач. Метод динамічного програмування і його застосування при розв'язанні задач дослідження операцій. Задача динамічного програмування. Загальна постановка задачі про розподіл ресурсів.

**Тема 7.** Математичне програмування. Лінійне програмування. Опукле програмування. Нелінійне програмування. Дискретна оптимізація. Комбінаторна оптимізація. Недиференційована оптимізація. Глобальна оптимізація.

**Тема 8.** Загальна характеристика методів методів розв'язання задач опуклого програмування. Елементи теорії опуклого програмування. Методи розв'язання задач опуклого програмування. Задачі лінійного програмування. Основні методи і алгоритми розв'язання задач лінійного програмування. Задачі квадратичного програмування.

**Тема 9.** Особливості розв'язання задач неопуклого програмування. Методи розв'язання екстремальних задач для функцій однієї змінної. Пошук мінімуму унімодальної функції. Методи інтерполяції і комбіновані методи. Методи розв'язання екстремальних задач для функцій декількох змінних. Градієнтні методи. Квазіньютонівські методи. Методи нульового порядку. Оптимізація недиференційованих функцій.

**Тема 10.** Задачі комбінаторної та дискретної оптимізації. Можливості зведення задач до неперервної постановки. Відображення комбінаторних множин. Теорія опуклого продовження функцій на комбінаторних многогранниках. Спеціальні методи розв'язання задач комбінаторної та дискретної оптимізації.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	лаб	п.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Загальна теорія складних систем і проблем оптимізації</b>					
Тема 1.	16	2		4	10
Тема 2.	18	2		4	12
Тема 3.	22	2		4	16
Тема 4.	22	2		4	16
Тема 5.	22	2		4	16
<b>Разом за ЗМ 1</b>	<b>100</b>	<b>10</b>		<b>20</b>	<b>70</b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовий модуль 2. Методи і алгоритми розв'язання екстремальних задач</b>					
Тема 6.	20	4		4	12
Тема 7.	20	4		6	12
Тема 8.	20	4		6	12
Тема 9.	20	4		6	12
Тема 10.	22	6		6	12
<b>Разом за ЗМ 2</b>	<b>110</b>	<b>22</b>		<b>28</b>	<b>60</b>
<b>Усього годин</b>	<b>210</b>	<b>32</b>		<b>48</b>	<b>130</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні поняття теорії систем (система, підсистема, надсистема, система систем, зв'язку, страти). Види моделей для опису систем, зв'язків тощо. Особливості складних систем. Принципи системного підходу, як концептуальна модель опису та дослідження складних систем.	4
2.	Теоретичний аспект проблеми вибору і проблеми оптимізації. Альтернативи. Критерії. Оцінки за критеріями. Процесі прийняття рішень. Множина Еджворта - Парето. Типові задачі прийняття рішень. Приклад узгодження інтересів ЛПР і активних груп. Багатодисциплінарний характер науки про прийняття рішень.	4
3.	Концептуальні моделі прийняття рішень. Методи оцінки і порівняння багатокритеріальних альтернатив. Моделі експертних рішень. Моделі колективних рішень.	4
4.	Багатоцільовий характер і невизначеність цілей оптимізації. Априорна невизначеність, невизначеність процедур (сценаріїв) досягнення цілей	4
5.	Основні постановки формальних та неформальних задач оптимізації. Особливості математичних моделей задач оптимізації. Обговорення методів евристичної оптимізації. Інженерний підхід до оптимізації складних систем. Співвідношення між рішенням задач математичної оптимізації, евристичною і комбінованою оптимізацією.	4
6.	Екстремальні задачі для функцій однієї змінної. Екстремальні задачі для функцій багатьох змінних. Варіаційні задачі. Класичні і неklasичні (метод максимуму Д.С. Понтрягіна і метод динамічного програмування) підходи до розв'язання варіаційних задач. Метод динамічного програмування і його застосування при розв'язанні задач дослідження операцій. Задача динамічного програмування. Загальна постановка задачі про розподіл ресурсів.	4
7.	Математичне програмування. Лінійне програмування. Опукле програмування. Нелінійне програмування. Дискретна оптимізація. Комбінаторна оптимізація. Недиференційована оптимізація. Глобальна оптимізація.	6
8.	Елементи теорії опуклого програмування. Методи розв'язання задач опуклого програмування. Задачі лінійного програмування. Основні методи і алгоритми розв'язання задач лінійного програмування. Задачі квадратичного програмування.	6
9.	Задачі неопуклого програмування. Методи розв'язання екстремальних задач для функцій однієї змінної. Пошук мінімуму унімодальної функції. Методи інтерполяції і комбіновані методи. Методи розв'язання екстремальних задач для функцій декількох змінних. Градієнтні методи. Квазіньютонівські методи. Методи нульового порядку. Оптимізація недиференційованих функцій.	6
10.	Задачі комбінаторної та дискретної оптимізації. Можливості зведення задач до неперервної постановки. Відображення комбінаторних множин. Теорія опуклого продовження функцій на комбінаторних многогранниках. Спеціальні методи розв'язання задач комбінаторної та дискретної оптимізації.	6
	<b>Разом</b>	<b>48</b>



## 6. Теми практичних занять

Не передбачено

## 7. Теми лабораторних занять

Не передбачено

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Види моделей для опису систем, зв'язків тощо. Особливості комп'ютерного моделювання складних систем. Принципи системного підходу, як концептуальна модель опису та дослідження складних систем.	10
2.	Процесі прийняття рішень. Множина Еджворта - Парето. Типові задачі прийняття рішень. Узгодження інтересів ЛПР і активних груп. Багатодисциплінарний характер науки про прийняття рішень.	12
3.	Концептуальні моделі прийняття рішень. Методи оцінки і порівняння багатокритеріальних альтернатив. Моделі експертних рішень. Моделі колективних рішень.	16
4.	Особливості проблеми оптимізації складних систем. Багатоцільовий характер і невизначеність цілей оптимізації. Априорна невизначеність, невизначеність процедур (сценаріїв) досягнення цілей	16
5.	Основні постановки формальних та неформальних задач оптимізації. Особливості математичних моделей задач оптимізації. Обговорення методів евристичної оптимізації. Співвідношення між рішенням задач математичної оптимізації, евристичною і комбінованою оптимізацією	16
6.	Варіаційні задачі. Метод максимуму Д.С. Понтрягіна. Метод динамічного програмування. Підходи до розв'язання варіаційних задач.	12
7.	Опукле програмування. Нелінійне програмування. Дискретна оптимізація. Комбінаторна оптимізація. Недиференційована оптимізація. Глобальна оптимізація.	12
8.	Методи розв'язання задач опуклого програмування. Задачі лінійного програмування. Основні методи і алгоритми розв'язання задач лінійного програмування. Задачі квадратичного програмування.	12
9.	Методи розв'язання екстремальних задач для функцій однієї та декількох змінних. Оптимізація недиференційованих функцій.	12
10.	Задачі комбінаторної та дискретної оптимізації. Спеціальні методи розв'язання задач комбінаторної та дискретної оптимізації.	12
	<b>Разом</b>	<b>130</b>

## 9. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні; синтетичні; продуктивні (проблемні; частково-пошукові), репродуктивні (пояснювально-ілюстративні).

Рішення задач, конспектування лекцій, самостійна робота.

## 10. Методи контролю

Поточний контроль: фронтальне усне опитування; тестування; практична перевірка умінь і навичок. Модульний контроль: комп'ютерне тестування, практична перевірка умінь і навичок. Форма підсумкового контролю – іспит (комп'ютерне тестування).

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання для одержання позитивної оцінки)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота під час семінарських занять	3...7	5	15...35
Модульний контроль	0...15	1	0...15
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота під час семінарських занять	3...7	5	15...35
Модульний контроль	0...15	1	0...15
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

**Семестровий контроль іспит проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.**

## 12 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти використовувати готові програмні рішення у вирішенні практичних завдань.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти самостійно створювати програмні рішення для реалізації завдань в лабораторних роботах і розрахунковій роботі.

## 13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Комп'ютерні технології моделювання та оптимізації складних систем», упорядкувач Яковлев С.В., сервер каф. 304, 2018.

## 14. Рекомендована література

### Базова

1. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. – Киев: Наукова думка, 2020. - 271 с.
2. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В., Пичугина О.С. Евклидовы комбинаторные конфигурации. Харьков: Константа, 2017. 404 с.
3. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О.Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації: навч. посібник. - Київ: ВПЦ «Київський університет», 2016. – 142 с.
4. Математичні методи оптимізації та інтелектуальні комп'ютерні технології моделювання складних процесів і систем з урахуванням просторових форм об'єктів / Автори: В.В. Грицик, А.І. Шевченко, О.М. Кісельова, С.В. Яковлев - Монографія. Ін-т пробл. штучного інтелекту НАН України. - Донецьк : Наука і освіта, 2012. - 480 с.
5. Волошин А.Ф. , Кудин В.И. Последовательный анализ вариантов в задачах исследования сложных систем- Київ: ВПЦ «Київський університет», 2014. – 314 с.
6. Глибовець М.М., Гуляева Н.М. Еволюційні алгоритми. - Київ: НУКМА, 2013. – 176 с.
7. Сергиенко И.В., Шило В.П. Задачи дискретной оптимизации. - Киев: Наук думка, 2003. – 322 с.
8. Соколов, Ю. Н. Компьютерный анализ и проектирование систем управления: учеб. пособие: в 6 ч. / Ю.Н. Соколов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2011. – Ч.6: Оптимизация целевых функций. – 312 с.
9. Соколов Ю. Н. Компьютерный анализ и проектирование систем управления. Ч. 3. Оптимальные системы. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 273 с.
10. Hillier V., Nag L. Introduction To Operations Research / MC GRAW HILL INDIA, 2017, 350 p.

### 3.2 Допоміжна

1. Компьютерное проектирование систем оптимального управления [Текст] / Ю.Н. Соколов, В.М. Илюшко, М.И. Луханин и др.; под ред. Ю.Н. Соколова. – К.: Аванпост-Прим, 2006. – 269 с.
2. Бейко И.В., Бублик Б.Н., Зинько П.Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. - Киев: Вища школа, 2003. – 512 с.
3. Winston W., Operations Research: Applications and Algorithms / Cengage Learning, 2003, 1440 p.
4. Соколов Ю.Н. Функции MATLAB в ТАУ. Учебно-методическое пособие: – Х.: Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», каф. 301, 2003, – 85 с.
5. Taha H.A. Operations Research: An Introduction, 10Th Edition / Pearson India, 2018, 250 p.