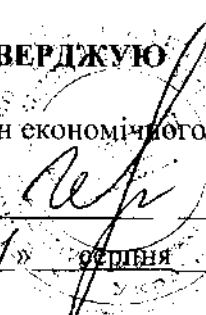


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан економічного факультету

  
А.В. Череп


« 21 » серпня 2018 р.

**ЕВОЛЮЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ**  
**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки магістра  
спеціальності 051 «Економіка»  
освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

Укладач Козін І.В., д.ф.-м.н., професор кафедри економічної кібернетики

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної кібернетики  
Протокол від « 20 » серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри  Н.К. Максишко  
« 20 » серпня 2018 року

Схвалено науково-методичною радою економічного факультету  
Протокол від « 20 » серпня 2018 року № 1

Голова  І.І. Колобердянко

2018 рік

## 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 – 6	Галузь знань 05 – Соціальні та поведінкові науки	вибіркова	
		Цикл професійної підготовки	
Загальна кількість годин – 180	Спеціальність 051 – Економіка	<b>Рік підготовки:</b>	
	Освітньо-професійна програма Економічна кібернетика	1 -й	
		<b>Лекції</b>	
Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання: – 3_ год. самостійної роботи студентів – 7	Рівень вищої освіти: <b>магістерський</b>	22 год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		32 год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		126 год.	год.
		<b>Вид контролю:</b> залік	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Еволюційне моделювання в економіці» є підвищення якості управлінських рішень у професійній діяльності магістрів з економічної кібернетики/

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Еволюційне моделювання в економіці» є:

- сформувати фундаментальні теоретичні знання по теорії метаевристик та еволюційних методів оптимізації і проблемам вибору,
- познайомити студентів з прикладами застосування цієї теорії в економіці,
- одержати практичні знання і навички для застосування методів теорії еволюційного моделювання з метою розв'язання прикладних економічних задач та підвищення ефективності управління економічними процесами.

Згідно з вимогами освітньої (освітньо-професійної, освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання (набути компетентностей):

- демонструвати розуміння: основних підходів та методів щодо використання еволюційних метаевристик;
- використовувати еволюційні математичні моделі для опису явищ та економічних процесів зі складними критеріями.
- демонструвати базові навички в проведенні системного аналізу досліджуваної економічної системи з метою виявлення цілей та визначення способів їх оцінювання,
- набути навички в обґрунтуванні вибору управлінського рішення в складних економічних системах за допомогою еволюційного моделювання;
- самостійно вирішувати питання аналізу, побудови еволюційних моделей економічних систем, вивчати поведінку цих моделей залежно від дії різних факторів та розробляти оптимальну стратегію керування цими системами. Здатність працювати в групі економічних аналітиків при розробці економіко-математичних моделей широкого спектра прикладних

проблем. Володіти навичками використання економіко-математичних методів у прикладних дослідженнях, проектуванні та експлуатації інформаційних систем і технологій в економіці. Самостійно вирішувати завдання використання математичних методів і комп'ютерного моделювання економічних систем і процесів. Здатність працювати в групі, вирішуючи проблеми оптимізації управління народним господарством в цілому, його окремими галузями, економічними районами, промисловими комплексами, підприємствами тощо.

### **Міждисциплінарні зв'язки.**

Курс передбачає тісний зв'язок з такими навчальними дисциплінами, як: «Математика для економістів» (Математичний аналіз, Алгебра та геометрія, Теорія ймовірностей та математична статистика), «Дослідження операцій», «Мікроекономіка», «Інформатика та комп'ютерна техніка».

Після вивчення блоку курсів «Математика для економістів» («Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Теорія ймовірностей та математична статистика») студент повинен мати теоретичні знання та практичні навички з основ математичного апарату, основних методів кількісного вимірювання, які використовуються під час планування, організації та управління виробництвом, системного аналізу економічних структур та технологічних процесів.

Після вивчення курсу «Мікроекономіка» студент повинен мати знання про базові положення мікроекономічної теорії; мати навички використання інструментарію мікроекономічного аналізу; буди підготовленими до використання положень мікроекономічної теорії.

Після вивчення курсу «Інформатика та комп'ютерна техніка» студент повинен володіти теоретичними основами інформатики, мати навички використання прикладних систем оброблення економічних даних та систем програмування для персональних комп'ютерів і локальних комп'ютерних мереж для дослідження соціально-економічних систем.

Після вивчення курсу «Дослідження операцій» студент повинен мати теоретичні знання та практичні навички з питань постановки та розв'язування математичних (аналітичних) моделей економічних задач та задач синтезу оптимальних економічних систем за допомогою методів математичного програмування. *Набуті студентами знання та навички з дисципліни «Дослідження операцій» будуть необхідні їм при виконанні аналітичних досліджень під час виробничих, переддипломних практик, при написанні випускних кваліфікаційних (дипломних, магістерських) робіт, у подальшій професійній діяльності.*

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Основні принципи еволюційного моделювання**

#### **Тема 1.** Вступ. Дискретні задачі управління

Дискретні задачі управління. Приклади оптимізаційних задач у різних галузях економіки. Методи пошуку оптимальних розв'язків. Історія створення генетичних алгоритмів. Розвиток методів еволюційного моделювання. Модель Холанда. Складність задач. Поняття метаевристики.

#### **Тема 2.** Класичний генетичний алгоритм та його модифікації

Бінарний простір. Поняття хромосоми, генотипу та фенотипу. Кросовер та мутація у бінарному просторі. Еволюційна модель задачі оптимізації. Етапи роботи генетичного алгоритму. Збіжність генетичного алгоритму. Поняття шими. Теорема шим. Модифікації класичного генетичного алгоритму.

#### **Тема 3.** Узагальнена еволюційна модель. Складові еволюційної моделі.

Узагальнена еволюційна модель. Види базових просторів. Узагальнені оператори кросоверу та мутації. Проблема перевірки умов допустимості. Метричні простори та геометричний оператор кросоверу. Опуклі простори.

**Тема 4.** Загальна теорія метаевристик.

Поняття метаевристики. Теорема про відсутність безкоштовних обідів. Гіпотеза глибокої долини. Принцип розширення – звуження простору пошуку. Опуклі множини у метричному просторі. Загальні принципи побудови метаевристик. Еволюційна модель на базовому просторі з структурою опуклості.

**Розділ 2.** Фрагментарні моделі дискретних задач та еволюційні алгоритми

**Тема 5.** Фрагментарні структури та їх властивості.

Означення фрагментарної структури. Приклади фрагментарних структур. Зважені фрагментарні структури та прикладні задачі, що мають фрагментарну структуру. Фрагментарна модель, її властивості та переваги.

**Тема 6.** Еволюційно-фрагментарна модель.

Еволюційна модель на перестановках. Метрика Кендала, геометричний кросовер на перестановках. Еволюційно-фрагментарна модель, її властивості. Методи оцінки якості еволюційно-фрагментарного алгоритму.

**Тема 7.** Фрагментарні моделі прикладних задач.

Задача комівояжера та інші задачі маршрутизації. Задача доставки вантажів. Задача погашення взаємозаборгованостей. Транспортні задачі. Задача складання розкладів. Задача багатьох станків. Задача розміщення виробництва. Задача розкрою. Задача загрузки вантажівок.

**Тема 8.** Алгоритм мурашиної колонії та його застосування.

Загальний опис алгоритму мурашиної колонії. Розв'язання задача комівояжера за допомогою метода мурашиної колонії. Задача розкрою. Алгоритм мурашиної колонії на фрагментарних структурах.

**4. Структура навчальної дисципліни**

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усь ого	у тому числі				усь ого	у тому числі			
		л	с/п	лаб.	сам.роб.		л	с/п	лаб.	сам.роб.
<b>Розділ 1. Теорія багатокритеріального вибору</b>										
Тема 1. Вступ. Дискретні задачі управління		2		4	16					
Тема 2. Класичний генетичний алгоритм та його модифікації		2		4	16					
Тема 3. Узагальнена еволюційна модель. Складові еволюційної моделі.		2		4	16					
Тема 4. Загальна теорія метаевристик.		4		4	16					
Разом за розділом 1	90	10		16	64					

<b>Розділ 2. <u>Приклади задач багатокритеріальної оптимізації та алгоритми їх розв'язання</u></b>												
Тема 5. Фрагментарні структури і їх властивості.		4		4	16							
Тема 6. Еволюційна-фрагментарна модель.		4		4	16							
Тема 7. Фрагментарні моделі прикладних задач		2		4	16							
Тема 8. Алгоритм мурашиної колонії та його застосування.		2		4	14							
Разом за розділом 2	90	12		16	62							
<b>Усього годин</b>	180	22		32	126							

### 5. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	К-ть годин	
		денне	з/в
1	Тема 1: Вступ. Дискретні задачі управління	2	
2	Тема 2: Класичний генетичний алгоритм та його модифікації	2	
3	Тема 3: Узагальнена еволюційна модель. Складові еволюційної моделі.	2	
4	Тема 4: Загальна теорія метаевристик.	4	
5	Тема 5: Фрагментарні структури і їх властивості.	4	
6	Тема 6: Еволюційна-фрагментарна модель.	4	
7	Тема 7: Фрагментарні моделі прикладних задач	2	
8	Тема 8: Алгоритм мурашиної колонії та його застосування.	2	
	Разом	22	

### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-ть годин	
		денне	з/в
1	Тема 1: Вступ. Дискретні задачі управління	4	
2	Тема 2: Класичний генетичний алгоритм та його модифікації.	4	
3	Тема 3: Узагальнена еволюційна модель. Складові еволюційної моделі.	2	
4	Тема 4: Загальна теорія метаевристик.	4	
5	Тема 5 Фрагментарні структури і їх властивості.	4	
6	Тема 6: Еволюційна-фрагментарна модель.	4	
7	Тема 7. Фрагментарні моделі прикладних задач	4	
8	Тема 8: Алгоритм мурашиної колонії та його застосування.	4	
	Разом	32	

## 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	К-ть годин	
		денне	з/в
1.	Тема 1. Вступ. Дискретні задачі управління	16	
2	Тема 2. Основні поняття та означення теорії багатокритеріального аналізу. Приклади постановок задачі багатокритеріальної оптимізації.	16	
3.	Тема 3. Узагальнена еволюційна модель. Складові еволюційної моделі.	16	
4	Тема 4: Загальна теорія метаевристик.	16	
5	Тема 5: Фрагментарні структури і їх властивості.	16	
6	Тема 6: Еволюційна-фрагментарна модель..	16	
7	Тема 7: Фрагментарні моделі прикладні задач	16	
8	Тема 8: Алгоритм мурашиної колонії та його застосування. Існуючі проблеми еволюційного моделювання.	14	
	Разом	126	

### Індивідуальне завдання

Метою індивідуального завдання є оволодіння практичними навичками використання отриманих теоретичних знань, їх закріплення, узагальнення та розширення.

Кожен студент виконує індивідуальне завдання – контрольну роботу на тему «Приклад природної метаевристики». Конкретний приклад природної метаевристики студентом самостійно згідно з переліком і узгоджується з викладачем. Для зарахування роботи студент повинен оформити звіт та представити файл з результатами роботи. Робота захищається шляхом презентації і відповіді на питання викладача.

Звіт складається в такій послідовності: змістова постановка завдання, математична постановка, необхідні теоретичні дані – формули тощо, висновки.

### 8. Види контролю і система накопичення балів

Усний контроль – індивідуальне та фронтальне опитування. Письмовий контроль – тестування, індивідуальна контрольна робота, екзамен.

Система накопичення балів – проста сума балів, які отримано студентом за семестр. Розподіл балів наведено в таблиці.

Поточний контроль знань				Підсумковий контроль		Сума
Розділ 1		Розділ 2		Індивідуальне завдання	20	
Лабораторна робота 1	5	Лабораторна робота 5	5			Залік
Лабораторна робота 2	5	Лабораторна робота 6	5			
Лабораторна робота 3	5	Лабораторна робота 7	5			
Лабораторна робота 4	5	Лабораторна робота 8	5			
Тестування	10	Тестування	10	Разом	40	100
Разом	30	Разом	30			

Виконана лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем, враховуючи такі критерії: правильність одержаних відповідей; повнота відповіді; наявність висновків та ілюстративних прикладів тощо.

Варіант лабораторної роботи студент обирає за номером комп'ютера, за яким він працює в комп'ютерному класі.

Захист лабораторної роботи відбувається за таких умов:

1. Якщо студент САМОСТІЙНО виконав свій варіант завдання до лабораторної роботи.
2. Якщо лабораторна робота оформлена у вигляді звіту в зошиті та звіт подано у вигляді файлу в системі MOODLE. Звіт складається з таких частин (назва лабораторної роботи; відповіді на запитання, що поставлені в лабораторній роботі; висновки).
3. Максимальні оцінка лабораторної роботи 4 бали за роботи з №1 по №5 та з №8 по № 12 оцінка 5 балів за роботи з тем №№6, 7, 13, 14.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Лабораторні роботи дозволяють студентам оволодіти практичними навичками з курсу. Результат виконання і захисту студентом кожної лабораторної роботи оцінюється окремо за такою шкалою:

- **максимальна оцінка 5 балів**: всі завдання лабораторної роботи повністю виконані без помилок; відповідає виявленню студентом всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченою програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і не типових лабораторних ситуацій; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладі та використанні навчально-програмного матеріалу;

- **оцінка на 1 бал нижче за максимальну**: всі завдання лабораторної роботи повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками; відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для вирішення типових ситуацій, **припускаючи окремих незначних помилок** (наприклад, студент частково відповідає на питання викладача щодо виконання роботи);

- **оцінка на 2-3 балів нижче за максимальну**: всі завдання лабораторної роботи повністю виконані з суттєвими помилками; але відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою;

- **мінімальна оцінка 1 бал**: виконано не більше 30% всіх завдань лабораторної роботи; відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

У разі, якщо студент не захистив лабораторну роботу хоча б на мінімальну оцінку, то робота повертається на доопрацювання.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Максимальна оцінка, яку студент може отримати за виконання індивідуальної контрольної роботи, складає 20 балів. Контрольна робота має бути оформлена згідно вимог.

**максимальна оцінка (20 балів)**: всі завдання роботи повністю виконані без помилок;

**18-19 балів**: всі завдання роботи повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками;

**16-17 балів**: 1 завдання роботи не виконано, інші виконано повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками;

**14-15 балів**: 2 завдання роботи не виконано, інші виконано повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками;

**12-13 балів**: 3 завдання роботи не виконано, інші виконано повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками;

**10-11 балів**: 4 завдання роботи не виконано, інші виконано повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками;

**8-9 балів**: 4 завдання роботи не виконано, інші виконано з помилками;

**6-7 балів**: 5 завдань роботи не виконано, інші виконано з помилками;

**4-5 бали**: 5 завдань роботи не виконано, інші виконано з помилками;

**2-3 бали**: 6 завдань роботи не виконано, інші виконано з помилками.

**1 бал**: 7 завдань не виконано;

**0 балів**: контрольну роботу не виконано.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТЕСТУВАННЯ

Теоретичні знання студента з лекційних тем розділів перевіряються за допомогою тестування в системі MOODLE. Максимальна оцінка, яку студент може отримати за результатами кожного тестування, складає 10 балів.

Теоретична контрольна складається з 10 тестових завдань. Тест містить 4 відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне питання студент отримує 1 бал, таким чином, відповівши правильно на всі питання, студент може отримати 10 балів.

Кількість дозволених спроб 2, час обмежений (15 хвилин). Строки проведення тестування визначаються викладачем, що веде лабораторні заняття.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕКЗАМЕНУ

Максимальна оцінка, яку студент може отримати за виконання екзаменаційної роботи, складає 20 балів. Екзаменаційна робота містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється в 6 балів та задачу, яка оцінюється в 8 балів

Результат виконання студентом кожного теоретичного завдання оцінюється за такою шкалою:

- **максимальна оцінка (6 балів)**: студент правильно відповів на теоретичне питання;  
 - **4-5 бали**: студент дав не повну відповідь **без суттєвих помилок** або з незначними помилками;

- **2-3 бали**: студент отримує у випадку, якщо він відповідає не менше ніж на 30 % питання, зокрема знає тільки визначення понять та з загальних рисах може відповісти на поставлене питання;

- **1 бал**: студент отримує у випадку, якщо він знає тільки визначення понять;

- **0 балів**: студент не відповів на питання або дав не правильну відповідь.

Результат розв'язання студентом задачі оцінюється за такою шкалою:

**максимальна оцінка (8 балів)**: студент правильно розв'язав задачу;

- **6-7 балів**: студент вирішив задачу з помилками, але зрозуміло, що він знає алгоритм розв'язання задачі;

- **4-5 бали**: студент вирішив задачу з помилками, з яких зрозуміло, що він не знає алгоритм розв'язання задачі;

- **2-3 бали**: студент правильно вписав формулу за якою вирішується задача та зробив спробу її розв'язання, наприклад виконав допоміжні розрахунки;

- **1 бал**: студент правильно вписав формулу за якою розв'язується задача;

- **0 балів**: студент не розв'язав задачу.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		



## 9. Рекомендована література

### *Основна:*

1. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д.Рутковская, М.Пилинский, Л.Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 452с.
2. Скобцов Ю.А. Основы эволюционных вычислений / Ю.А. Скобцов. – Донецк.: ДонГУ, 2008. –326с.
3. Суботін С.О. Неітеративні, еволюційні та мультіагентні методи синтезу нечітко логічних і нейромережових моделей / С.О.Суботін, А.О.Олійник, О.О.Олійник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. –375с.

### *Додаткова:*

1. Фогель Л. Искусственный интеллект и эволюционное моделирование / Л.Фогель, А.Оуэнс, М.Уолш. – М: Мир, 1969. – 230с.
2. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы : учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87 с.
3. Holland J. H. Adaptation in Natural and Artificial Systems / J. H. Holland. – Boston, MA: MIT Press, 1992. – 288 p.

### *Інформаційні ресурси:*

1. Аналитические технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.neuroproject.ru/what.php>.

Погоджено \_\_\_\_\_  
навчальний відділ  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_