

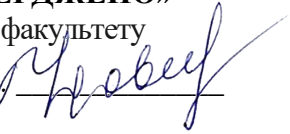
**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

Кафедра системного аналізу та управління

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

декан факультету

Удовик І.М.



« 31 » серпня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Еволюційні технології прийняття рішень в умовах невизначеності»**

Галузі знань	12 - Інформаційні технології
Спеціальність	
Освітній рівень	Бакалавр
Статус	Вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ECTS (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Письмовий диференційований залік
Термін викладання	8-й семестр, 15 чверть
Мова викладання	Українська

Викладачі: доц. Желдак Т.А., ст.вик. Гаранжа Д.М.

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

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

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Еволюційні технології прийняття рішень в умовах невизначеності» для бакалаврів спеціальності 124 – Системний аналіз / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. Системного аналізу та управління. – Д.: НТУ «ДП». – 2023. – 13 с.

Розробники: Желдак Т.А., зав. каф. Системного аналізу та управління,
Гаранжа Д.М., ст.викладач каф. системного аналізу і управління

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 124 «Системний аналіз» (протокол № 3 від 31 серпня 2023).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	7
6.1 Шкали	7
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – Сформувати у студентів стійкі знання про алгоритми та методи, що використовують теорію еволюції та інші аналогії з живої та неживої природи, та навички їх застосування у програмних комплексах, які передбачають пошук і використання оптимальних рішень.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН-1	Знати основні оператори, що застосовуються в еволюційних обчисленнях, їх параметри, обмеження та особливості для різних типів вирішуваних задач
ДРН-2	Вміти застосовувати еволюційні алгоритми прийняття рішень до задач умовної та безумовної оптимізації різної природи
ДРН-3	Визначати ефективність побудованих алгоритмів у порівнянні з відомими аналогами для розглянутого типу задач
ДРН-4	Вміти розв'язувати практичні задачі з використанням еволюційних обчислень в дійсному, двійковому, цілочисельному та категорійному просторах.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Базовими для даної дисципліни є дисципліни навчального плану бакалавра (за спеціальністю 124 «Системний аналіз»):

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Алгебра та геометрія Математичний аналіз	Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграли, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз
Дискретна математика	Вміти розпізнавати стандартні схеми для розв'язання комбінаторних та логічних задач; застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації множин, відношень, графів, груп, булевих функцій тощо
Функціональний аналіз	Знати основні положення теорії метричних просторів, теорії обмежених лінійних операторів в різних метричних просторах
Методи оптимізації та дослідження операцій	Знати основи теорії оптимізації та теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем
Теорія ймовірностей, математична статистика та випадкові процеси	Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів
Алгоритми та структури даних	Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень
Програмування та алгоритмічні мови	Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Розподіл за формами навчання, години							
	денна			вечірня		заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	58	24	34	-	-	60	6	54
практичні	56	24	32	-	-	60	4	56
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-	-
контрольні заходи	6	6	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	54	66	-	-	120	10	110

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
	ЛЕКЦІЇ	58	60
ДРН 1	1. Вступ. Сутність еволюційної парадигми пошуку оптимальних рішень. Теорія еволюції. Спадковість, мутація та природний відбір. Методи випадкового пошуку рішень. Відмінність випадкового пошуку від цілеспрямованого. Природні та неприродні аналогії	6	6
ДРН 1	2. Основні еволюційні оператори. Генерація популяції. Конкурентний відбір особин. Кросовер. Клонування. Мутація. Сліпий пошук. Стиснення популяції. Використання пам'яті.	8	8
ДРН 2	3. Еволюційна стратегія глобальної безумовної оптимізації. Алгоритм еволюційної стратегії. Розмір популяцій батьків та нащадків. Класи вирішуваних задач. Види мутацій. Адаптація алгоритму до умов задачі	6	8
ДРН-2	4. Врахування обмежень. Штрафні функції у еволюційних алгоритмах Сутність штрафної функції. Додатковий критерій. Вибір коефіцієнтів штрафу. Нелінійні штрафні функції	6	6
ДРН-2 ДРН 3	5. Генетичні алгоритми в двійковому та цілочисельному просторі Генотип і фенотип. Код Грея. Швидкі кодування. Обмін генною інформацією. Ефективність популяції. Острівна модель. Гібридні генетичні алгоритми	8	8

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
ДРН-2 ДРН 3	6. Еволюційні підходи до задач на перестановках Еволюційні оператори на кільцях і графах. Задача комівояжера. Жадібні алгоритми. Алгоритми локальної оптимізації. Метод мурашиної колонії	8	8
ДРН-2 ДРН 3	7. Еволюційні методи, обумовлені живою та неживою природою Імітований відпал. Ройові алгоритми. Моделювання колоній бактерій, бджіл та риб.	8	8
ДРН-2 ДРН 3	8. Еволюційні методи на основі моделювання суспільств Штучні імунні системи. Культурний алгоритм. Пошук гармоній.	8	8
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	56	60
ДРН 2 ДРН-4	Практична робота № 1. Еволюційна стратегія в задачах глобальної оптимізації Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички використання еволюційної стратегії для розв'язання задач глобальної безумовної оптимізації.	12	15
ДРН 2 ДРН-4	Практична робота № 2 Генетичні алгоритми в задачах умовної оптимізації. Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички застосування генетичних алгоритмів для пошуку оптимуму в задачах з обмеженнями.	15	15
ДРН 2 ДРН-4	Практична робота № 3 Розв'язання задачі комівояжера різними методами. Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички застосування жадібних, локально-оптимальних та еволюційних алгоритмів для задач на перестановках.	15	15
ДРН 2 ДРН-4	Практична робота № 4 Реалізація власного еволюційного алгоритму для розв'язання задачі певного класу Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з реалізації та оптимізації еволюційного алгоритму за індивідуальним варіантом.	14	15
КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ		6	–
РАЗОМ		120	120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та конвертаційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Конвертаційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	Процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час екзамену за бажанням студента
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
Знання		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності, ◆ критичне осмислення проблем у навчанні та /або професійній діяльності та на межі предметних галузей 	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: <ul style="list-style-type: none"> - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей 	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння		
<ul style="list-style-type: none"> ● розв'язання складних непередбачуваних задач і проблем у спеціалізованих сферах професійної діяльності та/або навчання, що передбачає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування інноваційних підходів 	Відповідь характеризує уміння: <ul style="list-style-type: none"> - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність 	95-100
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в	70-73

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень та власного досвіду в галузі професійної діяльності ◆ здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію 	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументація та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності 	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Автономність та відповідальність		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ управління комплексними діями або проектами, відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах ◆ відповідальність за професійний розвиток 	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; 	95-100

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
окремих осіб та/або груп осіб ♦ здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності	- володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	
	Упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання.

Дистанційна платформа MOODL.

Електронний варіант лекцій

Додаткова література для поглибленого вивчення дисципліни

Індивідуальні завдання для самостійного виконання (електронний варіант)

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Zgurovskiy M.Z., Zaychenko Yu.P. The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach. – Springer, 2017. – 395 p.

2. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О.Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації. – К.: «Київський університет», 2016. – 142 с.

3. Снитюк В.Є. Прогнозування. Моделі, методи, алгоритми. – К.: Маклаут, 2008. – 364 с.

4. Олійник О.А. Еволюційні обчислення і програмування / О.А. Олійник, С.О. Субботін, О.О. Олійник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010. – 324 с.

5. Olariu Stephan, Zomaya Albert Y. Handbook of Bioinspired Algorithms and Applications (Chapman Hall/Crc Computer Information Science). Chapman Hall/CRC. ISBN 1-58488-475-4.

6. K.V. Price, R.N. Storn, and J.A. Lampinen, Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization // Springer, 2005 - 543 с.

7. J.A. Lozano, P. Larranaga, Towards a New Evolutionary Computation: Advances in Estimation of Distribution Algorithms // Springer, 2006 - 305 с.

8. E. Wirsansky, Hands-On Genetic Algorithms with Python // Packt Publishing, 2020 - 309 с.

9. C. Sheppard, Genetic Algorithms with Python // Goodreads.com, 2019 - 297 c.
10. Blum Ch., Aguilera M. J.B., Roli A., Sampels M. (Eds.) Hybrid Metaheuristics. An Emerging Approach to Optimization. Springer-Verlag, Berlin, Germany, – 2008, – 289 pp.
11. Deb K. Multi-objective optimization using evolutionary algorithms. Chichester, – UK: Wiley, – 2001, – 518 pp.
12. Dorronsoro Bernabé. Evolutionary Algorithms for Mobile Ad Hoc Networks. Hoboken: Wiley; 2014. doi:10.1002/9781118833209 .
13. Min-Yuan Cheng, Doddy Prayogo. Symbiotic Organisms Search: A new metaheuristic optimization algorithm // Computers and Structures, 139 (2014), P. 98-112.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Еволюційні технології прийняття рішень в умовах невизначеності »
для бакалаврів

Галузі знань

12 – Інформаційні технології

Розробники:

Тімур Анатолійович Желдак,
Дмитро Миколайович Гаранжа

В редакції авторів

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19