

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ РЕЄСТРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ІПРІ НАН України
академік НАН України

В.В. Петров

« 16 » 11 2021 р.



МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 12 «Інформаційні технології»
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 122 «Комп'ютерні науки»
СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ «Інформаційні технології»

Ухвалено Вченою радою ІПРІ НАН України
(протокол від « 16 » 11 2021 р. № 11)

Київ
ІПРІ НАН України
2021

Робоча програма кредитного модуля МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ
(назва кредитного модуля)

складена відповідно до програми навчальної дисципліни Методи дослідження операцій

Розробник робочої програми:

Завідувач лабораторії, д.т.н., старший науковий співробітник,
Циганок Віталій Володимирович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

1. Опис кредитного модуля

Рівень ВО, спеціальність, освітня програма, форма навчання	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень ВО третій (доктор філософії)	Оброблення надвеликих масивів даних	Лекції <u>16</u> год.
Спеціальність <i>122 Комп'ютерні науки</i>	Цикл професійної підготовки	Практичні (семінарські) <u>14</u> год.
Освітньо-наукової програми спеціальності 122 Комп'ютерні науки спеціалізації Інформаційні технології	Статус кредитного модуля обов'язковий	Лабораторні роботи -
		Самостійна робота <u>30</u> год.,
	Семестр <u>3</u>	Індивідуальне завдання <i>Не передбачено</i>
Форма навчання: денна	Кількість кредитів (годин): 2 (60)	Вид та форма семестрового контролю: <i>залік</i>

Предмет навчальної дисципліни – серія підходів, інструментів і методів обробки структурованих і неструктурованих різноманітних даних великих розмірів для отримання результатів, які легко сприймаються людиною.

Дисципліна складається з одного кредитного модуля.

Вивчення дисципліни спирається на знання, отримані за програмою попередніх років навчання за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки. Аспіранти мають попередню підготовку за програмою дисципліни «Вища математика», «Дискретна математика», мати практичні навички роботи з комп'ютером, сучасними операційними системами, програмування.

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Відповідно до вимог Освітньо-наукової програми третього (доктор філософії) рівня вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

Здатності:

опанувати методологію системного аналізу для побудови адекватних моделей і методів в цілях порівняльного аналізу моделей і вибору найкращих за заданими критеріями оптимальності рішень.

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни аспіранти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

Знання :

Основні поняття і математичні моделі операцій.

Основні методи математичного програмування.

Основні поняття та задачі теорії ігор.
 Основні моделі інформаційного пошуку.
 Основні задачі оптимізації в теорії інформаційного пошуку.
 Основні поняття теорії складних мереж.
 Підхід до рішення задач оптимізації маршрутизації в складних мережах.

Уміння:

1. Ставити та вирішувати окремі оптимізаційні задачі.
2. Формулювати та вирішувати задачі математичного програмування.
3. Формулювати та вирішувати задачі теорії ігор.
4. Здійснювати оцінку якості інформаційного пошуку.
5. Моделювати складні мережі.
6. Вирішувати задачу оптимізації маршрутів в складних мережах.

3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні/ семінарські	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
<i>Розділ 1. Теоретичні основи дослідження операцій:</i>					
Тема 1. Введення в дисципліну «Методи дослідження операцій»	4	1	-	-	3
Тема 2. Основи математичного програмування.	12	4	2	-	6
Тема 3. Основи теорії ігор.	7	2	2	-	3
Разом за розділом 1	23	7	4	-	12
<i>Розділ 2. Застосування методів дослідження операцій:</i>					
Тема 1. Дослідження операцій в теорії інформаційного пошуку.	4	1	-	-	3
Тема 2. Дослідження операцій в теорії складних мереж.	12	3	5	-	4
Тема 3. Методи класифікації інформації.	9	2	3	-	4
Тема 4. Методи кластерного аналізу	8	2	2	-	4
Тема 5. Перспективні напрямки розвитку програмних засобів з дослідження операцій.	4	1	-	-	3
Разом за розділом 2	37	9	10	-	18
Всього годин	60	16	14	-	30

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Основні поняття і математична модель операції. 1. Вхідний контроль. 2. Поняття операції. 3. Ефективність операції. Показник ефективності. 4. Методика проведення дослідження операцій. Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація.

	<p>Основна література: [2], (розд. 1-2). Додаткова література: [24], (розд. 1). Завдання на самостійну роботу: 1. Повторити матеріал лекції. 2. Пригадати основні принципи математичного моделювання.</p>
2	<p>Класичні оптимізаційні задачі. 1. Математичні моделі і задачі оптимізації. 2. Статична задача оптимізації. 3. Оптимізація динамічних систем. 4. Оптимізаційні задачі в науці і техніці. Основна література: [3], (розд. 1-2), [11], (розд. 20). Додаткова література: [22], (розд. 1) Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація. Завдання на самостійну роботу: 1. Повторити матеріал лекції. 2. Вивчити основні властивості задач статичної і динамічної оптимізації.</p>
3	<p>Лінійне програмування. 1. Формулювання задачі лінійного програмування. 2. Стандартна і канонічна форми представлення задач лінійного програмування. 3. Методи рішення задач лінійного програмування. 3. Приклади задач лінійного програмування Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація. Основна література: [3], (розд. 5), [11], (розд. 2-4), [4] (розд. 1-6). Додаткова література: [18], [20], [21]. Завдання на самостійну роботу: 1. Повторити матеріал лекції. 2. Функція Лагранжа в задачі лінійного програмування.</p>
4	<p>Нелінійне програмування. 1. Класичні методи оптимізації. 2. Метод множників Лагранжа. 3. Моделі опуклого програмування. 4. Метод спряжених градієнтів. Основна література: [3], (розд. 4), [11], (розд. 20). Додаткова література: [22], (розд. 1). Завдання на самостійну роботу: 1. Повторити матеріал лекції; 2. Вивчити умови Каруша – Куна – Таккера.</p>
5	<p>Динамічне програмування. 1. Детерміновані моделі динамічного програмування. 2. Рекурентні алгоритми прямої та зверненої прогонки. 3. Неперервні моделі динамічного програмування. 4. Принципи побудови динамічного керування. 5. Приклади застосування динамічного програмування. Основна література: [3], (розд. 13), [11], (розд. 10), [4], (розд. 12). Додаткова література: [21]. Завдання на самостійну роботу: 1. Повторити матеріал лекції.</p>

	2. Застосування рівняння Беллмана в багатокрокових задачах оптимізації.
6	<p>Багатокритеріальна оптимізація.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача багатокритеріальної оптимізації. 2. Множина досяжних критеріальних векторів. 3. Домінування по Парето і Слейтеру. 4. Типи методів рішення задач багатокритеріальної оптимізації. 5. Поняття цільового програмування. <p>Основна література: [2], (розд. 2), [11], (розд. 8). Додаткова література: [22], (розд. 4). Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Вивчити метод вагових коефіцієнтів.
7	<p>Ігри в нормальній формі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теорія ігор. Начальні поняття. 2. Класифікація ігор. 3. Антагоністичні ігри. 4. Матричні ігри. 5. Принципи оптимальності, мінімаксу. <p>Основна література: [10], (розд. 1-2). Додаткова література: [19], (розд. 1) Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Визначити поняття домінування та гарантованого результату для ігор в нормальній формі.
8	<p>Позиційні ігри.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначення позиційних ігор. 2. Графічне представлення позиційної гри. 3. Приведення позиційної гри до матричної гри. 4. Позиційні ігри з повною інформацією. <p>Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація. Основна література: [10], (розд. 2). Додаткова література: [19], (розд. 2). Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Розібрати алгоритм визначення досконалої підігрової рівноваги (алгоритм Куна).
9	<p>Моделі інформаційного пошуку.</p> <p>Булева модель. Векторно-просторова модель. Ймовірнісна модель. Оцінки якості інформаційного пошуку.</p> <p>Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація. Основна література: [7], (розд. 5), [8], (розд. 1, 8, 11), [11]. Додаткова література: [16] (розд. 4-6) Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Вивчити алгоритм побудови 11-точкового графіку залежності точності від повноти.

10	<p>Методи класифікації інформації.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначення. Задача розпізнавання. Машинне навчання. 2. Метод k-найближчих сусідів. Лінійний класифікатор. ДНФ-метод. 3. Метод опорних векторів (SVM). 4. Оцінка якості класифікації. Застосування. <p>Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація. Основна література: [8], (розд. 4), [11], [9], (розд. 14). Додаткова література: [16], (розд. 7). Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Вивчити основні метрики оцінки якості класифікації.
11	<p>Методи кластерного аналізу.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначення кластерного аналізу. 2. Метод матричного латентного семантичного індексування (LSA) 3. Метод k-means. 4. Ієрархічна кластеризація. 5. Застосування. <p>Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація. Основна література: [8] (розд. 5), [9], (розд. 16-18). Додаткова література: [16], (розд. 8). Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Дослідити роль кластерного аналізу в задачах класифікації.
12	<p>Основні поняття теорії складних мереж.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття складної мережі. 2. Основні параметри складних мереж. 3. Розподіл ступенів вузлів складних мереж, безмасштабні мережі . 4. Моделі побудови складних мереж. <p>Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація. Основна література: [1], (ч. VI), [8], (розд.8). Додаткова література: [15], [17]. Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Реалізувати на мові програмування алгоритм Барабаші-Альберт.
13	<p>Оптимізація маршрутів в складних мережах.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ранжирування вузлів мережі – параметр PageRank. 2. Задача децентралізованого пошуку в складних мережах. 3. Алгоритми децентралізованого пошуку в складних мережах. <p>Дидактичні матеріали: комп'ютерна презентація. Основна література: [8], (розд. 8), [5]. Додаткова література: [15], [17]. Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Дослідити алгоритми пошуку в контентних мережах.

5. Семінарські заняття

№ з/п	Назва теми заняття
1	<p>Формальна постановка оптимізаційної задачі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Налагодження віртуальних робочих місць проведення практичних занять. 2. Формальна постановка та розробка алгоритму рішення оптимізаційної задачі. 3. Програмування рішення оптимізаційної задачі. <p>Дидактичні матеріали: плакати (слайди). Основна література: [13], [14], [3], (розд. 1-2) Додаткова література: [22]. Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пригадати основні можливості мови програмування Perl. 2. Повторити матеріал лекції; вивчити основні поняття.
2	<p>Комп'ютерний розв'язок оптимізаційної задачі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Графічне визначення рішення оптимізаційної задачі в комп'ютерному середовищі. 2. Дослідження вигляду рішень залежно від параметрів оптимізаційної задачі. <p>Дидактичні матеріали: плакати (слайди). Основна література: [3], (розд. 1-2). Додаткова література: [22]. Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Необхідна і достатня умова локального екстремуму. 2. Повторити матеріал лекції.
3	<p>Формальна постановка та комп'ютерний розв'язок задачі нелінійного програмування.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аналітичне рішення задачі квадратичного програмування 2. Графічне рішення задачі квадратичного програмування у комп'ютерному середовищі. 3. Дослідження рішень у залежності від параметрів, що змінюються. <p>Дидактичні матеріали: плакати (слайди). Основна література: [3], (розд. 4), [11], (розд. 20). Додаткова література: [22], (розд. 1). Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції; вивчити основні поняття. 2. Чисельні методи нелінійного програмування.
4	<p>Формальна постановка та комп'ютерний розв'язок задачі динамічного програмування.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачі динамічного програмування. 2. Розробка рекурентного алгоритму. 3. Розв'язок задачі динамічного програмування у комп'ютерному середовищі. <p>Дидактичні матеріали: плакати (слайди). Основна література: [3], (розд. 13), [11], (розд. 10), [4], (розд. 12). Додаткова література: [21]. Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити матеріал лекції. 2. Постановка задачі оптимізації багатокрокових прийняття рішень.
5	<p>Формальна постановка та розв'язок задачі з теорії ігор в нормальній формі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формальна постановка антагоністичної гри.

	<p>2. Розробка алгоритму, що реалізує принцип максміна.</p> <p>3. Програмування антагоністичної гри.</p> <p>Дидактичні матеріали: плакати (слайди).</p> <p>Основна література: [10], (розд. 1-2).</p> <p>Додаткова література: [19], (розд. 1).</p> <p>Завдання на самостійну роботу:</p> <p>1. Вивчити основні види представлення антагоністичних ігор.</p> <p>2. Повторити матеріал лекції, поняття оптимального рішення.</p>
6	<p>Формальна постановка та розв'язок позиційної гри.</p> <p>1. Формулювання алгоритму позиційної гри.</p> <p>2. Графічне представлення позиційної гри у вигляді дерева.</p> <p>3. Приведення позиційної гри до матричної форми.</p> <p>4. Аналіз результатів.</p> <p>Дидактичні матеріали: плакати (слайди).</p> <p>Основна література: [10], (розд. 2).</p> <p>Додаткова література: [19], (розд. 2).</p> <p>Завдання на самостійну роботу:</p> <p>1. Повторити матеріал лекції; основні поняття теорії ігор.</p> <p>2. Пригадати формулу виграшу гравця у визначеній ситуації.</p>
7	<p>Дослідження булевої моделі пошуку.</p> <p>1. Розробка алгоритму реалізації побудови словника текстового масиву.</p> <p>2. Підготовка тексту програми побудови словника документа та корпусу мовою Perl.</p> <p>3. Підготовка тексту програми реалізації булевої моделі пошуку мовою Perl.</p> <p>4. Налаштування програми.</p> <p>Дидактичні матеріали: плакати (слайди).</p> <p>Основна література: [7], (розд. 5), [8], (розд. 1).</p> <p>Додаткова література: [16] (розд. 4)</p> <p>Завдання на самостійну роботу:</p> <p>1. Повторити матеріал лекції.</p> <p>2. Вивчити методи приведення запиту до диз'юнктивної нормальної форми.</p>
8	<p>Дослідження векторно-просторової моделі пошуку.</p> <p>1. Розробка алгоритму реалізації векторно-просторової моделі пошуку.</p> <p>2. Підготовка тексту програми реалізації векторно-просторової моделі пошуку мовою Perl.</p> <p>3. Налаштування програми.</p> <p>Дидактичні матеріали: плакати (слайди).</p> <p>Основна література: [7], (розд. 5), [8], (розд. 8).</p> <p>Додаткова література: [16] (розд. 4-6)</p> <p>Завдання на самостійну роботу:</p> <p>1. Повторити матеріал лекції.</p> <p>2. Ознайомитись з критеріями ранжирування результатів пошуку.</p>

5. Практичні заняття

Практичних занять не передбачено.

6. Лабораторні заняття

Лабораторних занять не передбачено.

7. Самостійна робота

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	<p>Реалізація моделі лінійного класифікатора.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розробка алгоритму програми методу лінійної класифікації інформації. 2. Підготовка тексту програми класифікації текстової інформації. 3. Налаштування програми. <p>Основна література: [8], (розд. 4), [9], (розд. 14). Додаткова література: [16], (розд. 7). Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з особливостями ядер в методі опорних векторів (SVM). 2. Повторити матеріал лекції; вивчити основні поняття. 	3
2	<p>Реалізація моделі ієрархічної кластеризації.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розробка алгоритму ієрархічної кластеризації. 2. Підготовка тексту програми, що реалізує алгоритм ієрархічної кластеризації. 3. Налаштування програми. <p>Основна література: [8] (розд. 5), [9], (розд. 17). Додаткова література: [16], (розд. 8). Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повторити основні методи кластерного аналізу. 2. Дослідити зміну результатів кластеризації при зміні параметрів програми. 	6
3	<p>Побудова моделі складної мережі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудова моделі та алгоритму реалізації мережі. 2. Розробка програми побудови мережі та обчислення показників кластеризації мовою Perl. 3. Дослідження результатів роботи програми в залежності від параметрів мережі. <p>Основна література: [1], (ч. VI), [8], (розд.8). Додаткова література: [15]. Завдання на самостійну роботу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з алгоритмом визначення найкоротших шляхів в мережі. 2. Повторити матеріал лекції; вивчити основні параметри складних мереж. 	4
4	<p>Формальна постановка задачі пошуку оптимального маршруту, програмування.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формальна постановка задачі. 2. Вибір критеріїв оптимальності маршруту. 3. Розробка програми моделювання безмасштабної мережі. <p>Основна література: [8], (розд. 8), [5]. Додаткова література: [17].</p>	4

	Завдання на самостійну роботу: 1. Повторити матеріал лекції. 2. Вивчити алгоритми децентралізованого пошуку в мережі.	
5	Комп'ютерний розв'язок задачі пошуку оптимального маршруту в моделі складної мережі. 1. Розробка алгоритму пошуку оптимального маршруту. 2. Розробка програми пошуку оптимального маршруту. 3. Дослідження результатів роботи програми в залежності від параметрів. Основна література: [5]. Додаткова література: [15], [17]. Завдання на самостійну роботу: 1. Порівняти результати роботи програми з результатами програми, що реалізує випадкове блукання. 2. Повторити матеріал лекції.	3

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальних завдань не передбачено.

9. Контрольні роботи

Передбачається одна модульна контрольна робота, метою якої є перевірка та закріплення набутих аспірантами знань. Варіант контрольної роботи містить два теоретичні питання.

10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Оцінка з дисципліни виставляється за багатобальною системою, з подальшим перерахуванням у 4-бальну.

2. Максимальна кількість балів з дисципліни дорівнює 100.

3. Нарахування балів по окремих видах робіт:

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримав за:

- 1) виконання семінарських робіт;
- 2) написання контрольної роботи (МКР);

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Виконання семінарських робіт

Оцінюються 8 робіт, передбачених робочою програмою. Максимальний ваговий бал $\sum_{i=1}^8 = 64$

Сума вагових балів практичних робіт:

№ л. р.	Назва семінарської роботи	Максимальний ваговий бал
1	Формальна постановка та комп'ютерний розв'язок оптимізаційної задачі.	8
2	Формальна постановка та комп'ютерний розв'язок задачі лінійного програмування.	8
3	Формальна постановка та комп'ютерний розв'язок задачі нелінійного програмування.	8

4	Формальна постановка та комп'ютерний розв'язок задачі динамічного програмування.	8
5	Формальна постановка та розв'язок задачі з теорії ігор в нормальній формі.	8
6	Формальна постановка та розв'язок позиційної гри.	8
7	Дослідження булевої моделі пошуку. Формальна постановка задачі пошуку оптимального маршруту.	8
8	Реалізація моделі ієрархічної кластеризації.	8
Разом		64

Оцінювання семінарських робіт:

- якщо робота виконана невчасно знімається 10-30% від максимальної кількості балів (кількість процентів залежить від терміну запізнення);
- якщо робота виконана не самостійно та простежується не індивідуальне виконання то знімається 50% від максимальної кількості балів;
- якщо в програмі не витримані основні правила створення програмних продуктів (модульність, дружній інтерфейс, наявність коментарів та т.п.) знімається 5%.

2. Модульний контроль

На одному з лекційних занять проводиться модульна контрольна робота: Максимальний ваговий бал $r_{МКР} = 11$.

Оцінювання модульної контрольної роботи виконується наступним чином:

- якщо на всі питання дані повні та чітко аргументовані відповіді, контрольна виконана охайно, з дотримання основних правил, то виставляється 9 - 11 балів;
- якщо методика виконання запропонованого завдання розроблена вірно, але допущені непринципові помилки у теоретичному описі або розрахунках, то виставляється 6 - 8 балів;
- від 3 до 5 балів нараховується, якщо методика виконання завдання розроблена в основному вірно, але допущені деякі з наступних помилок: помилки у представленні вихідних даних, не обґрунтовані теоретичні рішення, помилки у методиці розрахунків;
- нижче 3 балів нараховується, якщо завдання не виконане або допущені грубі помилки.

3. Залік

Залік відбувається у письмовій формі. Максимальна оцінка за залік складає $r_{ЕК} = 25$ балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 64 + 11 + 25 = 100 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає 100 балів.

Умови допуску до заліку: зарахування всіх семінарських робіт, а також стартовий рейтинг $r \geq 40$ балів.

Для отримання аспірантом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка **R** переводиться згідно таблиці:

Шкала оцінювання:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
		Диференційована
90 – 100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
74-81	C	
64-73	D	Задовільно
60-63	E	
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичні рекомендації

Для кращого засвоєння матеріалу дисципліни рекомендується використовувати на лекціях мультимедійні засоби навчання, які дозволяють інтенсифікувати навчальний процес, стимулювати розвиток мислення та уяви аспірантів, збільшувати обсяг навчального матеріалу для творчого засвоєння і використання його аспірантами, викликати зацікавленість та позитивне ставлення до навчання.

Методика побудована таким чином, що матеріал майже кожної лекції закріплюється виконанням завдання комп'ютерного практикуму. Завдання аспіранти отримують заздалегідь і на аудиторному занятті під керівництвом викладача виправляють помилки в разі їх наявності та відповідають на запитання щодо програмної реалізації та теоретичних засад роботи.

Якість самостійної роботи перевіряється на заняттях комп'ютерного практикуму.

12. Рекомендована література

12.1. Базова

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учеб. пособие / Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. – М.: МИЭМ, 2011. – 272 с.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Дрофа, 2004. – 210 с.
3. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М.: Айрис-Пресс, 2002. – 553 с.

4. Исследование операций в экономике: Учебное пособие для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М.: ЮНИТИ, 2004. – 407 с.
5. Ландэ Д.В. Моделирование контентных сетей // Проблемы інформатизації та управління: Збірник наукових праць: Випуск 1(37). – К.: НАУ, 2019. – С. 78-84.
6. Ландэ Д.В. Основы интеграции информационных потоков. – К.: Инжиниринг, 2006. – 240 с.
7. Ландэ Д.В. Поиск знаний в Internet. Профессиональная работа. – М.: ИД Вильямс, 2005. – 271 с.
8. Ландэ Д.В., Снарский А.А., Безсуднов И.В. Интернетика: Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы. – М.: Либроком (Editorial URSS), 2009. – 264 с.
9. Маннинг К., Рагван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск. – М.: ИД Вильямс. – 528 с.
10. Протасов И.Д. Теория игр и исследование операций. – М.: «Гелиос АРВ», 2003. – 368 с.
11. Таха Х.М. Введение в исследование операций. – М.: Вильямс, 2005. – 912 с.
12. Труды четвертого российского семинара РОМИП'2006. (Суздаль, 19 октября 2006г.) – Санкт-Петербург: НУ ЦСИ, 2006. – 274 с.
13. Торкингтон Н., Кристиансен Т. Библиотека программиста: Perl. – М.: Питер, 2001. – 736 с.
14. Федосеева А. Спецификация языка Perl. URL: [http://lib.luksian.com/ programming/ perl/spec/](http://lib.luksian.com/programming/perl/spec/)

12.2. Допоміжна

15. Bozóki Sándor & Tsyganok Vitaliy The (logarithmic) least squares optimality of the arithmetic (geometric) mean of weight vectors calculated from all spanning trees for incomplete additive (multiplicative) pairwise comparison matrices *International Journal of General Systems*. 2019. vol.48, No.4. P.362-381..
16. Baeza-Yates R., Ribeiro-Neto B. Modern Information Retrieval. – ACM Press, 1999. – 513 p.
17. Newman M.E.J. The structure and function of complex networks // *SIAM Review*. – 2003. – **45**. – P. 167-256.
18. Банди Б. Основы линейного программирования. – М.: Радио и связь, 1989. – 176 с.
19. Благодатских В.И. Введение в оптимальное управление. М.: Высшая школа, 2001. – 239 с.
20. Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления для менеджеров: Компьютерно-ориентированный подход: Учеб. пособие. – М.: Дело, 2002. – 304 с.
21. Косоруков О.А., Мищенко А.В. Исследование операций / Учебник. – М.: Экзамен, 2003. – 448 с.
22. Лотов А.В. Методы оптимальных решений. Конспект курса лекций. – М.: ВШЭ, 2004. -256 с.
23. Полянский А. Учебное пособие по CGI-программированию. – М.: Познавательная книга плюс, 2000. – 176 с.
24. Хазанова Л.Э. Математические методы в экономике. Учебное пособие. – М.: БЕК, 2002. – 141 с.