

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
від « 22 » 05 2020 року
протокол № 5
Голова групи _____ (Мещеряков В.І.)

УЗГОДЖЕНО

Декан факультету комп'ютерних наук,
управління та адміністрування
_____ (Коваленко Л.Б.)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни
МОДЕЛІ І МЕТОДИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

_____ (назва навчальної дисципліни)

122 Комп'ютерні науки

_____ (шифр та назва спеціальності)

Комп'ютерні науки

_____ (назва освітньої програми)

бакалавр

_____ (рівень вищої освіти)

денна

_____ (форма навчання)

3

_____ (рік навчання)

5

_____ (семестр навчання)

4 / 120

_____ (кількість кредитів ЄКТС/годин)

залік

_____ (форма контролю)

Інформаційних технологій

_____ (кафедра)

Одеса, 2020 р.

Автори: Вохменцева Т.Б., ст.викладач
(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри інформаційних технологій від « 31 » серпня 2020__року, протокол №_1__.

Викладачі: лекції: Вохменцева Т.Б., ст.викладач
(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Практичні заняття: Вохменцева Т.Б., ст.викладач
(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Формування навичок та вмінь створення студентами математичних моделей процесів і явищ з використанням нечіткої логіки, знайомство з моделями управління на базі нейронечітких систем, вивчення методів формалізації процесів і явищ в понятійному апараті нечіткої логіки										
Компетентності	СК25.1.1 Знання базового математичного апарату нечіткої логіки, типів, джерел і причин виникнення невизначеної інформації в інтелектуальних системах.										
Результат навчання	ПР25. Використовувати інструментальні функції інтегрованих програмних середовищ розробників нечіткої логіки; користуватися апаратними засобами моделювання нечітких множин; застосовувати програми нечіткої логіки для вирішення прикладних завдань										
Базові знання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основні визначення нечіткої логіки; області застосування нечітких множин і логіки. 2. Програмні засоби для моделювання нечітких множин. 3. Інструментальні інтегровані програмні середовища розробників для застосування моделей нечітких множин. 4. Приклади моделювання нечіткої логіки. 5. Мова нечітких формальних методів вирішення прикладних завдань. 										
Базові вміння	<ol style="list-style-type: none"> 1. Застосовувати програмні засоби розробки моделей нечіткої логіки. 2. Використовувати інструментальні функції інтегрованих програмних середовищ розробників нечіткої логіки. 										
Базові навички	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користуватися апаратними засобами моделювання нечітких множин. 2. Застосовувати програми нечіткої логіки для вирішення прикладних завдань. 										
Пов'язані силлабуси	Немає										
Попередня дисципліна	немає										
Наступна дисципліна	немає										
Кількість годин	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">лекції:</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td>практичні заняття:</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>лабораторні заняття:</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td>семінарські заняття:</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>самостійна робота студентів:</td> <td style="text-align: right;">60</td> </tr> </table>	лекції:	30	практичні заняття:	-	лабораторні заняття:	30	семінарські заняття:	-	самостійна робота студентів:	60
лекції:	30										
практичні заняття:	-										
лабораторні заняття:	30										
семінарські заняття:	-										
самостійна робота студентів:	60										

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Нечіткі множини		
	• Операції над нечіткими множинами		
	1. Визначення та основні характеристики нечітких множин.	2	1
	2. Операції над нечіткими множинами та їх властивості.	2	2
	3. Нечіткі оператори.	2	2
	4. Нечіткі відношення. Операції над нечіткими відношеннями. Властивості нечітких відношень.	2	2
ЗМ-Л2	• Методи побудови функцій належності		
	1. Види функцій належності нечіткої множини	2	1
	2. Принципи і методи побудови функцій належності. Методи побудови терм-множин.	4	2
ЗМ-Л2	Нечітка логіка		
	• Визначення нечіткої і лінгвістичної змінної		
	1. Лінгвістичні змінні істинності.	2	1
	2. Логічні зв'язки у нечіткій лінгвістичній логіці.	2	1
	• Теорія наближених обчислень		
	1. Композиційне правило виведення.	1	1
	2. Правило modus ponens.	1	1
	3. Нечіткі експертні системи.	2	2
	• Алгоритми реалізації нечіткого логічного виведення		
	1. Основні етапи нечіткого виведення.	4	2
2. Основні алгоритми нечіткого виведення	4	2	
Разом:		30	20

Консультації:

Вохменцева Тетяна Борисівна, четвер, ауд. 330 НЛК № 1.

2.2. Практичний модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Побудова функцій належності та нечітких множин і операції над ними • Основи програмування у системі MatLAB	4	4

	<ul style="list-style-type: none"> • Дослідження нечітких операцій при побудові функцій належності • Дослідження способів формування нечітких множин і операцій над ними 	4	4
ЗМ-П2	Проектування систем на основі нечітких знань <ul style="list-style-type: none"> • Проектування системи типу Мамдані на прикладі побудови нечіткої апроксимуючої системи • Проектування системи типу Сугено на прикладі побудови нечіткої апроксимуючої системи. • Проектування інтелектуальної системи на основі нечітких знань 	6	4
		6	4
		6	4
	Разом:	30	24

Перелік лабораторій:

1. Лабораторія 324 НЛК № 1.

Перелік лабораторного обладнання:

1. Комп'ютери.

2. Система комп'ютерної математики MatLAB.

Консультації:

Вохменцева Тетяна Борисівна, четвер, ауд. 330 НЛК № 1.

2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Підготовка до лекційних занять	10	1-7 тижні
	• Підготовка до модульної контрольної роботи № 1	4	1-7 тижні
	• Модульна контрольна робота № 1 (обов'язкова)		7 тиждень
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять	10	8-15 тижні
	• Підготовка до модульної контрольної роботи № 2	4	8-15 тижні
	• Модульна контрольна робота № 2 (обов'язкова)		15 тиждень
ЗМ-П1	• підготовка до усного опитування напередодні відповідної лабораторної роботи (обов'язкове)	3x2=6	1-7 тижні
	• підготовка до захисту звіту з лабораторних робіт (обов'язковий)	3x2=6	
ЗМ-П2	• підготовка до усного опитування напередодні відповідної лабораторної роботи (обов'язкове)	3x2=6	8-15 тижні
	• підготовка до захисту звіту з лабораторних робіт (обов'язковий)	3x2=6	
	Підготовка до залікової контрольної роботи	8	15 тиждень
	Разом:	60	

1. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1.

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л1 в формі письмової модульної контрольної роботи МКР-1 тестового типу в якій студенти відповідають на 20 запитань. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання МКР-1 визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Максимальна оцінка за контрольну роботу складає 20 балів або 1 бал за одну правильну відповідь. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: правильна відповідь на 18 і більше запитань – відмінно (18-20 балів), правильна відповідь на 15-17 запитань – добре (15-17 балів), правильна відповідь на 12-14 запитань – задовільно (12-14 балів), правильна відповідь менше ніж на 12 запитань – незадовільно (менше 12 балів).

2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л2.

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л2 в формі письмової модульної контрольної роботи МКР-2 тестового типу в якій студенти відповідають на 20 запитань. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання МКР-2 визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Максимальна оцінка за контрольну роботу складає 20 балів або 1 бал за одну правильну відповідь. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: правильна відповідь на 18 і більше запитань – відмінно (18-20 балів), правильна відповідь на 15-17 запитань – добре (15-17 балів), правильна відповідь на 12-14 запитань – задовільно (12-14 балів), правильна відповідь менше ніж на 12 запитань – незадовільно (менше 12 балів).

3. Методика підсумкового оцінювання контрольних заходів для всіх лекційних модулів.

Підсумкова оцінка за всі лекційні модулі дорівнює сумі набраних балів за лекційні модулі ЗМ-Л1, ЗМ-Л2 яка не може перевищувати 40 балів.

3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1.

За весь практичний модуль встановлена максимальна оцінка 30 балів. За кожну з трьох лабораторних робіт встановлена максимальна оцінка 10 балів.

Контроль по кожній лабораторній роботі проводиться в формі:

- *усного опитування* при підготовці до кожної лабораторної роботи з метою допуску до її виконання (кількість запитань – до 5, максимальна кількість балів – 5),
- *захисту результатів* лабораторної роботи наведених у звіті до лабораторної роботи (кількість запитань залежить від ходу виконання студентом роботи і якості звіту, максимальна кількість балів – 5).

Для кожної лабораторної роботи, якщо студент за *усне опитування* одержав 2 і менше балів він не допускається до виконання роботи, а якщо більше – допускається.

Для кожної лабораторної роботи при *захисті результатів* студент може одержати від 1 до 5 балів.

Підсумковою оцінкою за кожну лабораторну роботу буде сума балів за *усне опитування* і *захист результатів*.

Підсумковою оцінкою за весь практичний модуль буде сума балів за 3 лабораторні роботи. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-П1: 27 балів і більше – відмінно, 22-27 балів – добре, 18-21 балів – задовільно, менше 18 балів – незадовільно.

5. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П2.

За весь практичний модуль встановлена максимальна оцінка 30 балів. За кожну з трьох лабораторних робіт встановлена максимальна оцінка 10 балів.

Контроль по кожній лабораторній роботі проводиться в формі:

- *усного опитування* при підготовці до кожної лабораторної роботи з метою допуску до її виконання (кількість запитань – до 5, максимальна кількість балів – 5),
- *захисту результатів* лабораторної роботи наведених у звіті до лабораторної роботи (кількість запитань залежить від ходу виконання студентом роботи і якості звіту, максимальна кількість балів – 5).

Для кожної лабораторної роботи, якщо студент за *усне опитування* одержав 2 і менше балів він не допускається до виконання роботи, а якщо більше – допускається.

Для кожної лабораторної роботи при *захисті результатів* студент може одержати від 1 до 5 балів.

Підсумковою оцінкою за кожну лабораторну роботу буде сума балів за *усне опитування* і *захист результатів*.

Підсумковою оцінкою за весь практичний модуль буде сума балів за 3 лабораторні роботи. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-П1: 27 балів і більше – відмінно, 22-27 балів – добре, 18-21 балів – задовільно, менше 18 балів – незадовільно.

6. Методика оцінювання за всіма змістовними модулями.

Підсумковою оцінкою за всіма змістовними модулями (ОЗ) буде сума балів за лекційні модулі і за практичний модуль.

7. Методика проведення та оцінювання підсумкового контрольного заходу.

Підсумковий контрольний захід проводиться у формі залікової контрольної роботи (ЗКР) тестового типу в якій студенти відповідають на 20 запитань. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що

виділяється на виконання залікової контрольної роботи визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Максимальна оцінка за залікову контрольну роботу (ОЗКР) складає 100 балів. Оцінка еквівалентна відсотку правильних відповідей на запитання. Критерії оцінювання результатів залікової контрольної роботи: 90 балів і більше правильних відповідей – відмінно, 74...89,9 балів – добре, 60...73,9 балів – задовільно, менше 60 балів – незадовільно.

8. Методика підсумкового оцінювання за дисципліну.

Умови допуску студента до заліку:

- більше 20 балів з теоретичної частини та
- більше 30 балів з практичної частини.

Сума балів, яку одержав студент за лекційні модулі, за практичний модуль і за залікову контрольну роботу формують інтегральну оцінку студента з навчальної дисципліни. Інтегральна оцінка (В) за дисципліну розраховується за формулою:

$$B = 0,75 \times O3 + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ – кількісна оцінка у % (% від максимально можливої в 100 балів) за всіма змістовними модулями, ОЗКР – кількісна оцінка у % (% від максимально можливої в 100 балів) залікової контрольної роботи.

Інтегральна оцінка (В) за дисципліну за всіма системами оцінювання наведена у наступній таблиці:

Визначення	За системою університету (у відсотках)	За національною системою	За шкалою ECTS
відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100	зараховано	A
вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89,9	зараховано	B
В загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81,9	зараховано	C
непогано, але зі значною кількістю помилок	64 – 73,9	зараховано	D
виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63,9	зараховано	E
з можливістю перескладання	35 – 59,9	не зараховано	FX
з обов'язковим повторним курсом навчання	1 – 34,9	не зараховано	F

При цьому позитивна інтегральна оцінка з дисципліни (зараховано)

одержується студентом за наступних умов:

- студент не має наприкінці семестру заборгованості з дисципліни,
- студент має на останній день семестру підсумкову суму балів поточного контролю достатню для одержання позитивної оцінки ($OZ \geq 60$ %),
- студент має $OZKP \geq 50$ % від максимально можливої суми балів за залікову контрольну роботу.

3. РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Рекомендується наступний порядок вивчення дисципліни „Моделі і методи нечіткої логіки”:

– зміст кожної теми курсу вивчається за допомогою навчальної та методичної літератури, що наведена в списку;

– після засвоєння змісту кожної теми курсу потрібно відповісти на „запитання самоперевірки”, що наведені у даних методичних вказівках і відповідній літературі;

– якщо виникли питання при вивченні теоретичного матеріалу або при виконанні практичних завдань, то потрібно звернутись до викладача, який читав лекції та проводив практичні заняття.

3.1. Модуль ЗМ-Л1 „Нечіткі множини”

3.1.1. Повчання

Розділи модуля ЗМ-Л1 формують у студентів уявлення про нечіткі множини, оператори та відношення, операції над ними, функції належності.

При вивченні цих розділів необхідно звернути увагу на властивості функцій належності, їх використання при розв’язанні задач нечіткої логіки.

3.1.2. Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до тестів до модуля ЗМ-Л1 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для засвоєння дисципліни „Моделі і методи нечіткої логіки”, наведені нижче:

1. Чому виникли нечіткі множини? [2, с.46-47]
2. Дайте визначення нечіткої множини. [1, с.3-4]
3. Які основні характеристики нечітких множин? [1, с.4-10]
4. Які існують операції над нечіткими множинами? [1, с.11-15, 2, с.53-54]
5. Які властивості операцій над нечіткими множинами? [1, с.13-14]
6. Як будується функція належності нечіткої множини? [2, с.50-53, 3, с.55-64]
7. Які види функцій належності нечіткої множини вам відомі? [2, с.50-53]

8. Дайте означення нечіткого відношення. [1, с.25]
9. Назвіть властивості нечітких відношень. [3, с.35-36]
10. Назвіть операції над нечіткими відношеннями. [3, с.32-33]
11. Назвіть властивості операцій над нечіткими відношеннями. [3, с.34-35]
12. Які існують методи побудови терм-множин? [3, с.64-66]

3.2. Модуль ЗМ-Л2 „Нечітка логіка”

3.2.1. Повчання

Розділи модуля ЗМ-Л2 формують у студентів уявлення про лінгвістичні змінні, основні алгоритми нечіткого виведення.

При вивченні цих розділів необхідно звернути увагу на використання систем нечіткого виведення в різних прикладних задачах.

3.2.2. Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до тестів до модуля ЗМ-Л2 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для засвоєння дисципліни „Моделі і методи нечіткої логіки”, наведені нижче:

1. Дайте визначення нечіткої і лінгвістичній змінних. [1, с.33, 3, с.68-69]
2. Як визначаються нечіткі величини, числа і інтервали? [3, с.70-72]
3. Поняття нечіткого висловлювання і нечіткого предиката. [3, с.78]
4. Які основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями та їх властивості? [1, с.34-36]
5. Назвіть правила нечітких продукцій. [3, с.79-80]
6. Прямий і зворотний методи виведення висновків в системах нечітких продукцій. [2, с.52-56]
7. Базова архітектура систем нечіткого виведення.
8. Назвіть основні етапи нечіткого виведення.
9. Назвіть основні алгоритми нечіткого виведення. [2, с.57-61]
10. Алгоритм Мамдані (Mamdani). [2, с.57-60, 3, с.90-95]
11. Алгоритм Сугено (Sugeno). [2, с.60-61, 3, с.95-98]
12. Приклади використання систем нечіткого виведення в різних прикладних задачах. [3, с.98-100]

3.3. Модуль ЗМ-П1 „Побудова функцій належності та нечітких множин і операції над ними”

При вивченні практичного модуля студенти набувають уміння програмувати в системі MatLAB, будувати функції належності нечітких

множин, досліджувати операції над нечіткими множинами.

При вивченні цього модуля необхідно звернути увагу на практичне застосування одержаних теоретичних знань при побудові функцій належності.

Перевірка якості засвоєних знань і одержаних навичок при вивченні цього модуля здійснюється викладачем під час проведення лабораторних занять шляхом усного опитування з наведених для теоретичних модулів питань і перевіркою якості виконання лабораторної роботи.

3.3.1. Питання для самоперевірки

1. Чому виникли нечіткі множини? [2, с.46-47]
2. Дайте визначення нечіткої множини. [1, с.3-4]
3. Які основні характеристики нечітких множин? [1, с.4-10]
4. Які існують операції над нечіткими множинами? [1, с.11-15, 2, с.53-54]
5. Які властивості операцій над нечіткими множинами? [1, с.13-14]
6. Як будується функція належності нечіткої множини? [2, с.50-53, 3, с.55-64]
7. Які види функцій належності нечіткої множини вам відомі? [2, с.50-53]
8. Дайте означення нечіткого відношення. [1, с.25]
9. Назвіть властивості нечітких відношень. [3, с.35-36]
10. Назвіть операції над нечіткими відношеннями. [3, с.32-33]
11. Назвіть властивості операцій над нечіткими відношеннями. [3, с.34-35]
12. Які існують методи побудови терм-множин? [3, с.64-66]

3.4. Модуль ЗМ-П2 «Проектування систем на основі нечітких знань»

При вивченні практичного модуля студенти набувають уміння проводити логічне виведення з використанням алгоритмів нечіткої логіки.

При вивченні цього модуля необхідно звернути увагу на практичне застосування одержаних теоретичних знань при проектуванні інтелектуальних систем.

Перевірка якості засвоєних знань і одержаних навичок при вивченні цього модуля здійснюється викладачем під час проведення лабораторних занять шляхом усного опитування з наведених для теоретичних модулів питань і перевіркою якості виконання лабораторної роботи.

3.4.1. Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення нечіткої і лінгвістичній змінних. [1, с.33, 3, с.68-69]
2. Як визначаються нечіткі величини, числа і інтервали? [3, с.70-72]
3. Поняття нечіткого висловлювання і нечіткого предиката. [3, с.78]
4. Які основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями та їх

- властивості? [1,с.34-36]
5. Назвіть правила нечітких продукцій. [3, с.79-80]
 6. Прямий і зворотний методи виведення висновків в системах нечітких продукцій. [2,с.52-56]
 7. Базова архітектура систем нечіткого виведення. [2,с.57-61]
 8. Назвіть основні етапи нечіткого виведення. [2,с.57-61]
 9. Назвіть основні алгоритми нечіткого виведення. [2,с.57-61]
 - 10.Алгоритм Мамдані (Mamdani). [2,с.57-60,3,с.90-95]
 - 11.Алгоритм Сугено (Sugeno). [2,с.60-61,3,с.95-98]
 - 12.Приклади використання систем нечіткого виведення в різних прикладних задачах. [3, с.98-100]

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

1. Для заданої дискретної нечіткої множини A знайти носій
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$. [1, с.5-10]
2. Для заданої дискретної нечіткої множини A знайти ядро
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$. [1, с.5-10]
3. Для заданої дискретної нечіткої множини A знайти множини рівня (α – зріз) для заданих значень α .
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$, $\alpha_1 = 0,6; \alpha_2 = 0,9$.
 [1, с.5-10]
4. Вказати, чи є дана множина нормальною.
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$. [1, с.5-10]
5. Вказати, чи є дана множина субнормальною.
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$. [1, с.5-10]
6. Для заданих нечітких множин A і B на множині X визначити результат виконання **максимінної** операції $B \setminus A$
 $X = \{1; 2; \dots; 8\};$
 $A = \{0,1/1; 0,5/2; 0,7/3; 1/4; 0,9/5; 0,7/6; 0,4/7\};$
 $B = \{0,3/2; 0,5/3; 0,7/4; 0,8/5; 1/6; 0,6/7; 0,3/8\}$. [1, с.11-16]
7. Для заданих нечітких множин A і B на множині X визначити результат виконання **максимінної** операцій перетину множин
 $X = \{1; 2; \dots; 8\};$
 $A = \{0,1/1; 0,5/2; 0,7/3; 1/4; 0,9/5; 0,7/6; 0,4/7\};$

$$B = \{0,3/2; 0,5/3; 0,7/4; 0,8/5; 1/6; 0,6/7; 0,3/8\}. [1, с.11-16]$$

8. Для заданих нечітких множин А і В на множині Х визначити результат виконання **максимінної** операцій об'єднання множин

$$X = \{1; 2; \dots; 8\};$$

$$A = \{0,1/1; 0,5/2; 0,7/3; 1/4; 0,9/5; 0,7/6; 0,4/7\};$$

$$B = \{0,3/2; 0,5/3; 0,7/4; 0,8/5; 1/6; 0,6/7; 0,3/8\}. [1, с.11-16]$$

9. У якій формі задана нечітка множина?

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6} \quad [1, с.5-10]$$

10. Оберіть універсум для нечіткої множини

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6} \quad [1, с.5-10]$$

11. Дайте визначення поняттю «нечітка модель».

12. Визначте $A_{0,25}$ для $A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6}$ [1, с.5-10]

13. Дайте визначення поняттю «функція належності» [2, с.50-53, 3, с.55-64]

13.

14. Чому дорівнює висота нечіткої множини

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6} \quad [1, с.5-10]$$

15. У якому відношенні знаходяться нечіткі множини

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6} \quad \text{і} \quad B = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6} \quad [1, с.11-16]$$

16. Дайте визначення операції рівності нечітких множин [1, с.11-16]

17. В чому сенс функції приналежності? [2, с.50-53, 3, с.55-64]

18. Виберіть основні методи побудови функцій належності [2, с.50-53, 3, с.55-64]

19. Нечітка множина є пустою, якщо [1, с.5-10]

20. Нечітка множина є субнормальною, якщо [1, с.5-10]

21. Чому дорівнює точка переходу нечіткої множини А $A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$ [1, с.5-10]

22. Що властиво мінімаксному перетину і об'єднанню [1, с.11-16]

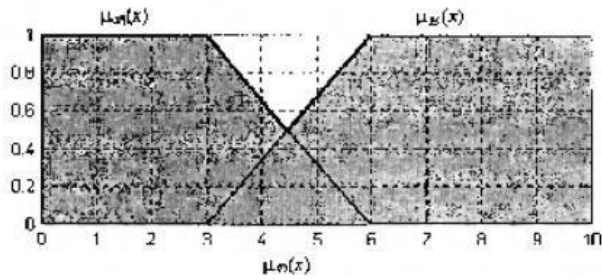
23. Яким математичним об'єктом є «універсум»? [1, с.5-10]

24. Нечітка множина є нормальною, якщо [1, с.5-10]

25. Точкою переходу нечіткої множини називається [1, с.5-10]

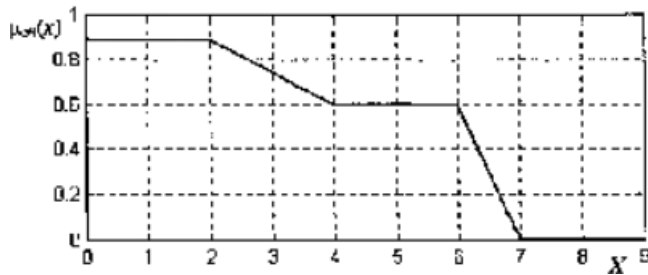
26. Об'єднання нечітких множин для алгебраїчного підходу це

27. Результатом якої операції є зафарбована область



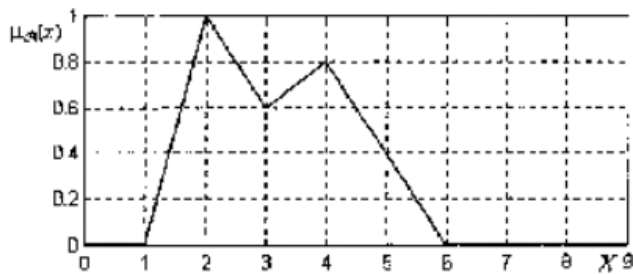
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

28. Яка функція приналежності зображена на рисунку



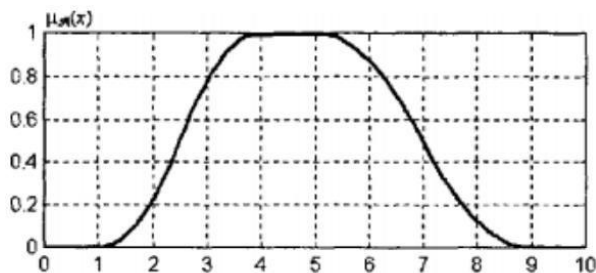
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

29. Для нечіткої множини на графіку визначте її межі



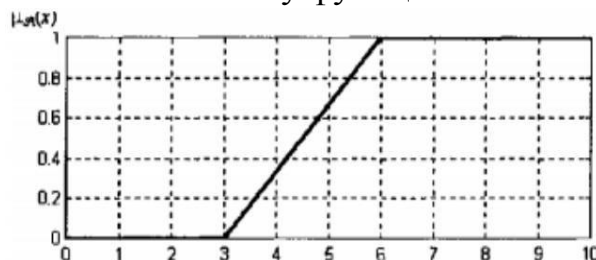
[1, с.11-16]

30. Які цілочисельні елементи входять в $A_{0.4}$ для нечіткої множини



[1, с.11-16]

31. Якого типу функція належності зображена на рисунку?



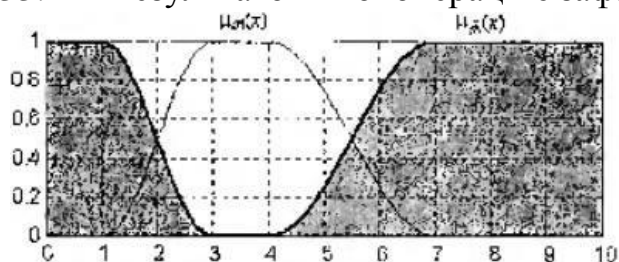
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

32. Як називається функція приналежності, що описується законом

$$f_{\Delta}(x: a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & c < x \end{cases}$$

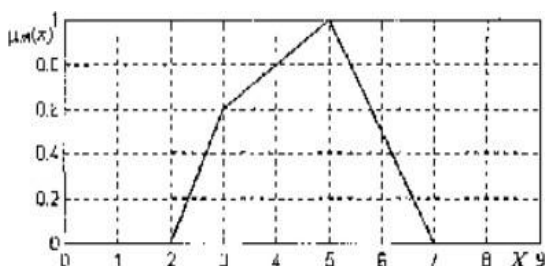
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

33. Результатом якої операції є зафарбована область



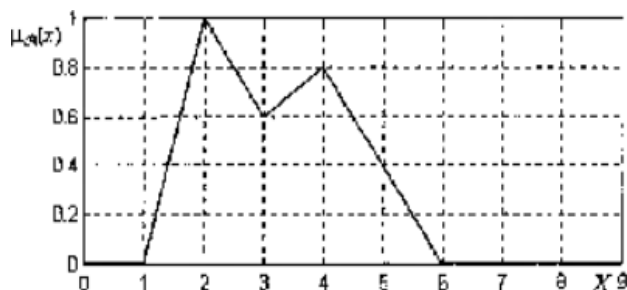
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

34. Функція належності, що зображена на рисунку, є



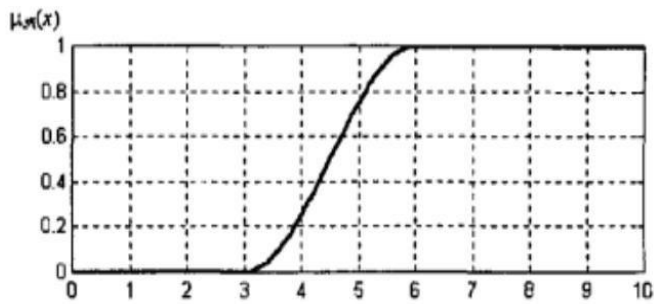
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

35. Для нечіткої множини на графіку визначте її ядро



[1, с.11-16]

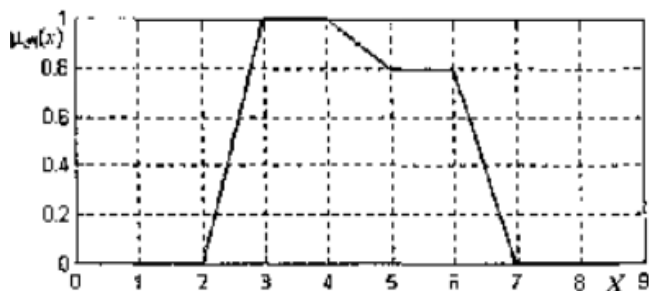
36. Якого типу функція належності зображена на рисунку?



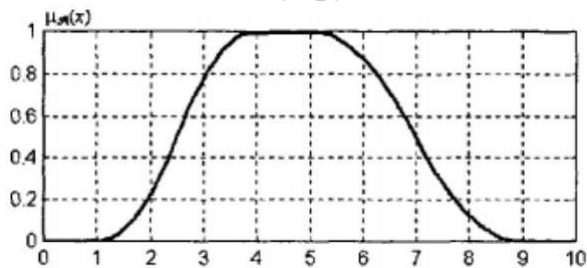
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

37. Яка вимога виконується для випуклих нечітких множин [2, с.50-53, 3, с.55-64]

38. Для нечіткої множини на графіку визначите її висоту

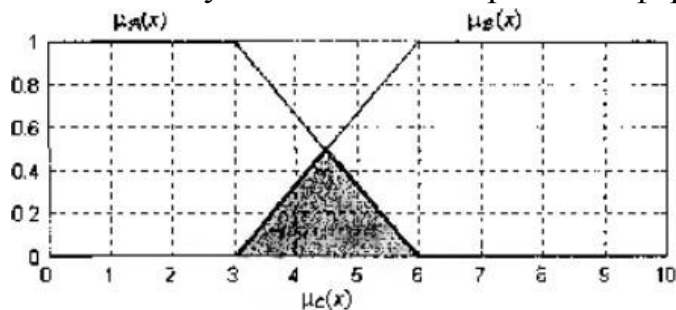


39. Якого типу функція належності зображена на рисунку?



[2, с.50-53, 3, с.55-64]

40. Результатом якої операції є зафарбована область



[2, с.50-53, 3, с.55-64]

4.2. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2.

1. Нечітка змінна це [3, с.68]

2. Нечітке число це [3, с.68]
3. Лінгвістична змінна це [3, с.68]
4. Терм це [3, с.69]
5. Терм-множина це [3, с.69]
6. Нечіткий терм це [3, с.69]
7. Нечітке висловлення це [3, с.73]
8. Які значення істинності може набувати нечітке висловлення? [3, с.73]
9. Оберіть нечітке висловлення [3, с. 73-74]
10. Оберіть відображення істинності нечітких висловлювань [3, с.73]
11. Заперечення нечіткого висловлювання \tilde{A} це [3, с.75-77]
12. Кон'юнкція нечітких висловлювань \tilde{A} та \tilde{B} це [3, с.75-77]
13. Диз'юнкція нечітких висловлювань \tilde{A} та \tilde{B} це [3, с.75-77]
14. Імплікація нечітких висловлювань \tilde{A} та \tilde{B} це [2, с.56]
15. Нечітка імплікація Заде: [2, с.56]
16. Нечітка імплікація Гьоделя: [2, с.56]
17. Нечітка імплікація Мамдані: [2, с.56]
18. Нечітка імплікація Гогена: [2, с.56]
19. Нечітка імплікація Лукасевича: [2, с.56]
20. Еквіваленція нечітких висловлювань \tilde{A} та \tilde{B} це
21. Правило modus ponens це [2, с.55]
22. Скільки блоків містить Система нечіткого виведення [2, с.57-59]
23. Фазифікація (fuzzification) – це [2, с.57]
24. Дефазифікація (defuzzification) – це [2, с.58]
25. Метод дефазифікації «центр тяжіння» полягає в [2, с.58]
26. Нечітка база знань – це [2, с.57]
27. Нечіткий логічний висновок це [2, с.57-61]
28. Скільки типів систем нечіткого виведення існує? [2, с.57-61]
29. Функціональність нечіткої системи прийняття рішень визначається такими кроками:
30. Властивість моделі Мамдані [2, с.58]
31. Властивість моделі Сугено [2, с.57-61]
32. Властивість моделі Цукамото [2, с.57-61]
33. Властивість моделі Ларсена [2, с.57-61]
34. Агрегація – це [2, с.58]
35. Акумуляція – це [2, с.57-61]
36. Композиція -це [2, с.57-61]
37. Алгоритми нечіткого виведення розрізняються за: [2, с.57-61, 3, с.90-96]
38. Вибір моделі нечіткого виведення визначається, як правило: [2, с.57-61, 3, с.90-96]
39. Якщо вихідною змінною продукційних правил є лінійна функція від вхідних змінних, то доцільно застосувати [2, с.57-61, 3, с.90-96]
40. В якому алгоритмі логічного виведення не потрібна акумуляція [2, с.57-61, 3, с.90-96]

4.3. Тестові завдання до залікової контрольної роботи.

1. Для заданої дискретної нечіткої множини A знайти носій
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$. [1, с.5-10]
2. Для заданої дискретної нечіткої множини A знайти ядро
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$. [1, с.5-10]
3. Для заданої дискретної нечіткої множини A знайти множини рівня (α – зріз) для заданих значень α .
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$, $\alpha_1 = 0,6; \alpha_2 = 0,9$.
[1, с.5-10]
4. Вказати, чи є дана множина нормальною.
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$. [1, с.5-10]
5. Вказати, чи є дана множина субнормальною.
 $A = \{1/1; 0,9/2; 0,7/3; 0,3/4; 0/5; 0/6; 0,4/7; 0,8/8; 1/9\}$. [1, с.5-10]
6. Для заданих нечітких множин A і B на множині X визначити результат виконання **максимінної** операції $B \setminus A$
 $X = \{1; 2; \dots; 8\}$;
 $A = \{0,1/1; 0,5/2; 0,7/3; 1/4; 0,9/5; 0,7/6; 0,4/7\}$;
 $B = \{0,3/2; 0,5/3; 0,7/4; 0,8/5; 1/6; 0,6/7; 0,3/8\}$. [1, с.11-16]
7. Для заданих нечітких множин A і B на множині X визначити результат виконання **максимінної** операцій перетину множин
 $X = \{1; 2; \dots; 8\}$;
 $A = \{0,1/1; 0,5/2; 0,7/3; 1/4; 0,9/5; 0,7/6; 0,4/7\}$;
 $B = \{0,3/2; 0,5/3; 0,7/4; 0,8/5; 1/6; 0,6/7; 0,3/8\}$. [1, с.11-16]
8. Для заданих нечітких множин A і B на множині X визначити результат виконання **максимінної** операцій об'єднання множин
 $X = \{1; 2; \dots; 8\}$;
 $A = \{0,1/1; 0,5/2; 0,7/3; 1/4; 0,9/5; 0,7/6; 0,4/7\}$;
 $B = \{0,3/2; 0,5/3; 0,7/4; 0,8/5; 1/6; 0,6/7; 0,3/8\}$. [1, с.11-16]
9. У якій формі задана нечітка множина?
 $A = \frac{0}{1} + \frac{0,15}{2} + \frac{0,3}{3} + \frac{0,5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$ [1, с.5-10]
10. Оберіть універсум для нечіткої множини
 $A = \frac{0}{1} + \frac{0,15}{2} + \frac{0,3}{3} + \frac{0,5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$ [1, с.5-10]
11. Дайте визначення поняттю «нечітка модель».
12. Визначте $A_{0,25}$ для $A = \frac{0}{1} + \frac{0,15}{2} + \frac{0,3}{3} + \frac{0,5}{4} + \frac{0,4}{5} + \frac{0}{6}$ [1, с.5-10]

14. Дайте визначення поняттю «функція належності» [2, с.50-53, 3, с.55-64]

13.

14. Чому дорівнює висота нечіткої множини

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6} \quad [1, \text{с.5-10}]$$

15. У якому відношенні знаходяться нечіткі множини

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6} \quad \text{і} \quad B = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6} \quad [1, \text{с.11-16}]$$

16. Дайте визначення операції рівності нечітких множин [1, с.11-16]

17. В чому сенс функції приналежності? [2, с.50-53, 3, с.55-64]

18. Виберіть основні методи побудови функцій належності [2, с.50-53, 3, с.55-64]

19. Нечітка множина є пустою, якщо [1, с.5-10]

20. Нечітка множина є субнормальною, якщо [1, с.5-10]

21. Чому дорівнює точка переходу нечіткої множини

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6} \quad [1, \text{с.5-10}]$$

22. Що властиво мінімакському перетину і об'єднанню [1, с.11-16]

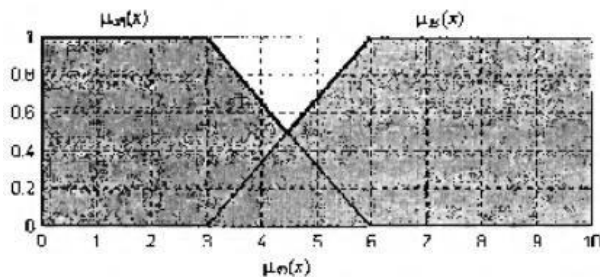
23. Яким математичним об'єктом є «універсум»? [1, с.5-10]

24. Нечітка множина є нормальною, якщо [1, с.5-10]

25. Точкою переходу нечіткої множини називається [1, с.5-10]

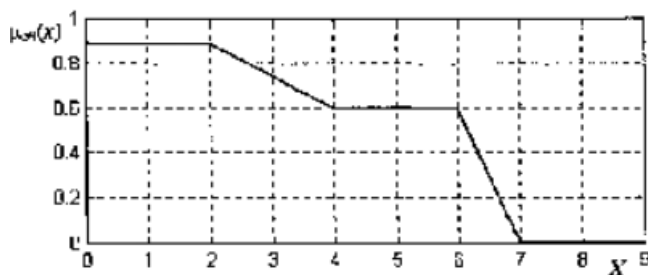
26. Об'єднання нечітких множин для алгебраїчного підходу це

27. Результатом якої операції є зафарбована область



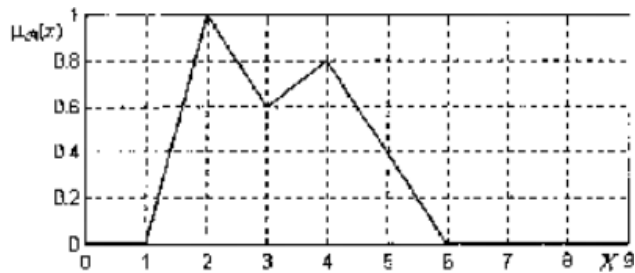
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

28. Яка функція приналежності зображена на рисунку



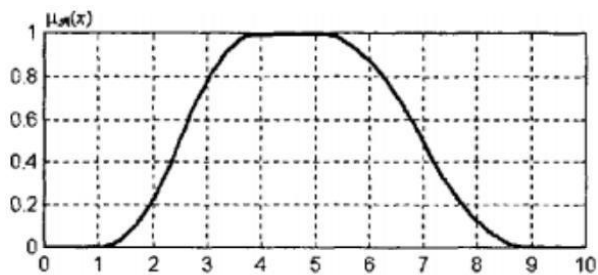
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

29. Для нечіткої множини на графіку визначте її межі



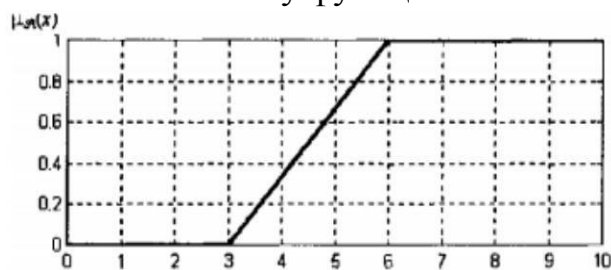
[1, с.11-16]

30. Які цілочисельні елементи входять в $A_{0.4}$ для нечіткої множини



[1, с.11-16]

31. Якого типу функція належності зображена на рисунку?



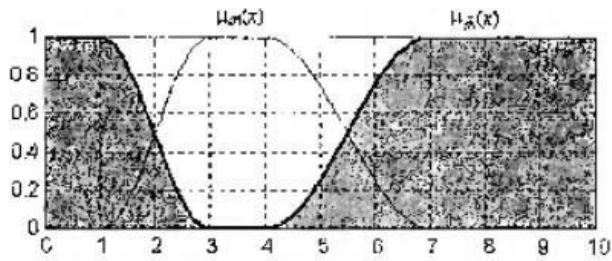
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

32. Як називається функція приналежності, що описується законом

$$f_{\Delta}(x: a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & c < x \end{cases}$$

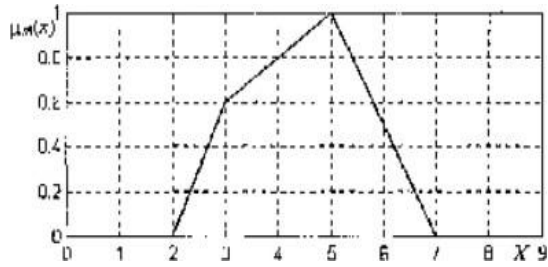
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

33. Результатом якої операції є зафарбована область



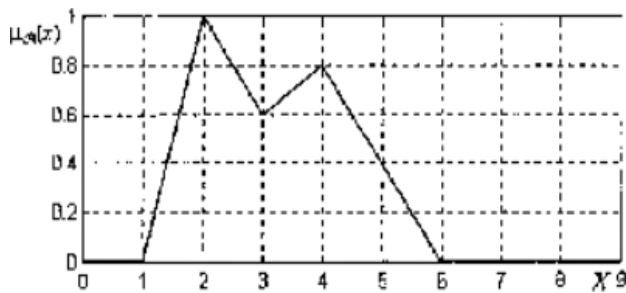
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

34. Функція належності, що зображена на рисунку, є



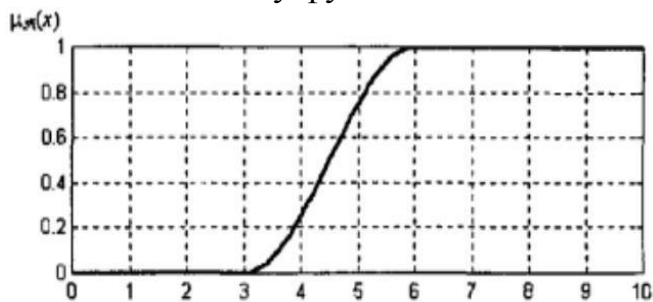
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

35. Для нечіткої множини на графіку визначте її ядро



[1, с.11-16]

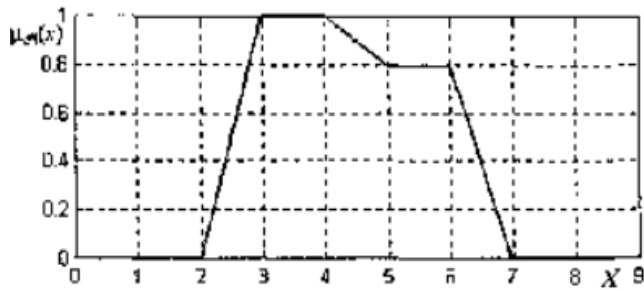
36. Якого типу функція належності зображена на рисунку?



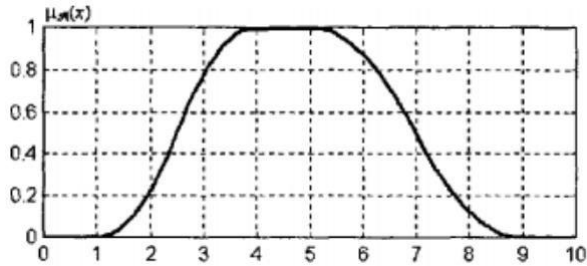
[2, с.50-53, 3, с.55-64]

37. Яка вимога виконується для випуклих нечітких множин [2, с.50-53, 3, с.55-64]

38. Для нечіткої множини на графіку визначите її висоту

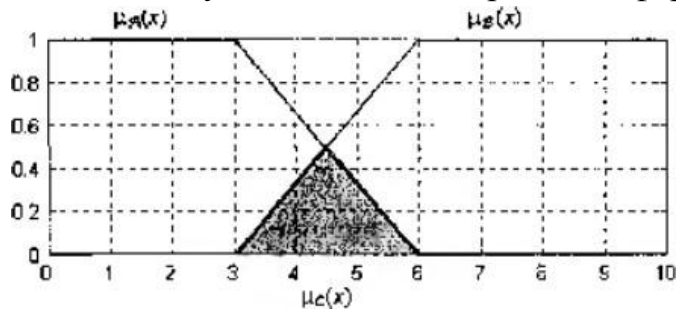


39. Якого типу функція належності зображена на рисунку?



[2, с.50-53, 3, с.55-64]

40. Результатом якої операції є зафарбована область



[2, с.50-53, 3, с.55-64]

41. Нечітка змінна це [3, с.68]

42. Нечітке число це [3, с.68]

43. Лінгвістична змінна це [3, с.68]

44. Терм це [3, с.69]

45. Терм-множина це [3, с.69]

46. Нечіткий терм це [3, с.69]

47. Нечітке висловлення це [3, с.73]

48. Які значення істинності може набувати нечітке висловлення? [3, с.73]

49. Оберіть нечітке висловлення [3, с. 73-74]

50. Оберіть відображення істинності нечітких висловлювань [3, с.73]

51. Заперечення нечіткого висловлювання \tilde{A} це [3, с.75-77]

52. Кон'юнкція нечітких висловлювань \tilde{A} та \tilde{B} це [3, с.75-77]

53. Диз'юнкція нечітких висловлювань \tilde{A} та \tilde{B} це [3, с.75-77]

54. Імплікація нечітких висловлювань \tilde{A} та \tilde{B} це [2, с.56]

55. Нечітка імплікація Заде: [2, с.56]

56. Нечітка імплікація Гьоделя: [2, с.56]

57. Нечітка імплікація Мамдані: [2, с.56]

58. Нечітка імплікація Гогена: [2, с.56]

59. Нечітка імплікація Лукасевича: [2, с.56]
60. Еквіваленція нечітких висловлювань \tilde{A} та \tilde{B} це
61. Правило modus ponens це [2,с.55]
62. Скільки блоків містить Система нечіткого виведення [2,с.57-59]
63. Фазифікація (fuzzification) – це [2, с.57]
64. Дефазифікація (defuzzification) – це [2,с.58]
65. Метод дефазифікації «центр тяжіння» полягає в [2,с.58]
66. Нечітка база знань – це [2, с.57]
67. Нечіткий логічний висновок це [2,с.57-61]
68. Скільки типів систем нечіткого виведення існує? [2,с.57-61]
69. Функціональність нечіткої системи прийняття рішень визначається такими кроками:
 70. Властивість моделі Мамдані [2,с.58]
 71. Властивість моделі Сугено[2,с.57-61]
 72. Властивість моделі Цукамото[2,с.57-61]
 73. Властивість моделі Ларсена[2,с.57-61]
 74. Агрегація – це [2,с.58]
 75. Акумуляція – це [2,с.57-61]
 76. Композиція -це[2,с.57-61]
 77. Алгоритми нечіткого виведення розрізняються за: [2, с.57-61,3, с.90-96]
 78. Вибір моделі нечіткого виведення визначається, як правило: [2,с.57-61, 3,с.90-96]
 79. Якщо вихідною змінною продукційних правил є лінійна функція від вхідних змінних, то доцільно застосувати [2, с.57-61, 3,с.90-96]
 80. В якому алгоритмі логічного виведення не потрібна акумуляція[2,с.57-61, 3,с.90-96]

5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна

1. Спеціальні розділи математики: конспект лекцій [Текст] / В.І.Вербицький. – Х.: «ХНАДУ», 2017. – 45 с. (електр.вид)
2. Інтелектуальні системи керування: конспект лекцій [Текст] / В. О. Апостолук, О. С. Апостолук. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 88 с. (електр.вид)
3. Нечеткая логика и нейронные сети: учебное пособие / сост. Р.Г. Асадуллаев. – Белгород, 2017. – 309 с. (електр.вид)

Додаткова

1. Основы теории нечетких множеств : учеб. пособие / В.Г. Чернов ; Владим. гос. ун-т.- Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 96 с. – ISBN 978-5-9984-0055-1.
2. Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде: пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
3. Борисов, А. Н. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н. Борисов [и др.]. – М.: Знание, 1982. – 170 с.