



ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>11 математика і статистика</i>
Спеціальність	<i>113 прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>ОНП «Наука про дані та математичне моделювання»</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>105 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>кандидат фіз.-мат. наук, доцент, Третиник Віолета Вікентіївна, viola.tret@gmail.com</i> Практичні / Семінарські: <i>кандидат фіз.-мат. наук, доцент, Третиник Віолета Вікентіївна, viola.tret@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Немає</i>

2. Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Одним з перспективних напрямків наукових досліджень в області аналізу, прогнозування та моделювання явищ і процесів є вивчення математичних моделей та алгоритмів розв'язання прикладних задач прийняття допустимих та ефективних рішень в умовах нечітких та розмитих даних. Навчальна дисципліна «Прикладні задачі нечіткого моделювання» займає одне із центральних місць у системі математичної, природничо-наукової підготовки фахівця з прикладної математики. Нечітке моделювання дає можливість подати нечітко сформульовані знання та перетворити їх в математичну форму, яка дозволяє аналізувати і обробляти інформацію на основі законів правдоподібності.

Мета та завдання кредитного модуля

1. Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- володіти основами нечіткої арифметики та методів нечіткої логіки;
- будувати нечіткі моделі процесів та явищ у техніці, економіці, біології тощо;
- знати та застосовувати на практиці методи теорії можливостей;
- проектувати системи нечіткого виведення для моделювання систем, розв'язання задач обчислювального інтелекту.

2. Основні завдання кредитного модуля.

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

знання:

- нечіткої арифметики;

- методів нечіткої логіки;
- методів теорії можливостей;
- методики проектування систем нечіткого виведення;
- особливостей застосування методів нечіткої математики до розв'язання задач у фінансовій сфері та бізнесі;

уміння:

- будувати та аналізувати нечіткі множини, виконувати над ними теоретико-множинні операції;
- виконувати арифметичні дії над нечіткими числами;
- аналізувати властивості та виконувати композицію нечітких відношень;
- будувати та аналізувати нечіткі та лінгвістичні змінні;
- виконувати нечітке виведення з нечітких висловлювань;
- будувати нечіткі моделі процесів та явищ у бізнесі, економіці тощо;
- будувати системи нечіткого виведення, моделювати нечіткі системи з пам'яттю та без пам'яті, нечіткі контролери;

досвід:

- проектування систем нечіткого виведення для розв'язання актуальних практичних задач класифікації та розпізнавання, керування, інших задач обчислювального інтелекту.

Під час вивчення даної дисципліни студенти набудуть:

I. загальних компетентностей:

- ЗК1. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями
- ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
- ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним
- ЗК6. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК8. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

II. фахових компетентностей:

- ФК1. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем
- ФК2. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі
- ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібну точність і надійність результату

Програмними результатами навчання є:

- РН1. демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці;
- РН2. володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами;
- РН7. вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення кредитного модуля «Прикладні задачі нечіткого моделювання» дає можливість сформувати в студентів компетенції, потрібні для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної з застосуванням методів нечіткої математики до моделювання систем високої складності.

Кредитний модуль «Прикладні задачі нечіткого моделювання» забезпечує вивчення кредитних модулів «Інтелектуальний аналіз даних» та «Інтелектуальний аналіз даних великого обсягу» навчального плану підготовки магістрів, які навчаються за освітньо-науковою програмою магістерської підготовки за спеціальністю 113 Прикладна математика.

3. Зміст навчальної дисципліни

Осінній семестр

Кредитний модуль 1. Вступ до нечіткого моделювання

Тема 1.1. Математичний формалізм теорії нечітких множин

Тема 1.2. Виведення з умовних висловлювань. Системи нечіткого виведення

Тема 1.3. Нечітка кластеризація.

Тема 1.4. Нечіткі моделі в медицині.

Тема 1.5. Задачі розпізнавання на основі нечітких нейронних мереж.

Тема 1.6. Нечітка логіка в системах управління

Кредитний модуль 2. Нечіткі методи та моделі

Тема 2.1. Нечіткий метод Дельфі

Тема 2.2. Модель нечіткого управління проектами

Тема 2.3. Прийняття рішень в нечіткому середовищі

Тема 2.4. Нечітка регресійна модель та нечіткі оптимізаційні задачі

Тема 2.5. Нечітка модель інвестицій

Тема 2.6. Нечіткі задачі управління запасами

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Лисенко В.П. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм : монографія / В. П. Лисенко та ін. — К. : НУБіП України, 2014. — 336 с.
2. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. / С.А. Ус, Л.С. Коряшкіна; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. — Д. : НГУ, 2014. — 300 с
3. Добровська Л.М. Експертні системи в медицині: навчальний посібник/ Л.М. Добровська, І.А. Доюровська, Київ, Арістей, 2008.- 144с.
4. Клебанова Т.С. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: монографія / Т.С.Клебанова, Л.О. Чаговець, О.В. Панасенко, Харків: ІНЖЕК, 2011. — 239с.

Допоміжна література

5. Klir G. J. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications / G. J. Klir, B. Yuan. — Prentice Hall, 1995. — 592 p.
6. Huang C. Fuzzy Sets and Fuzzy Information Granulation Theory (Key selected papers by Lotfi A. Zadeh) / C. Huang, D. Ruan. — Beijing Normal University Press, 2000. — 360 p.
7. Fundamentals of Fuzzy Sets : [eds. D. Dubois, H. Prade]. — New York : Kluwer Academic Publishers, 2000. — 660 p.

8. Fuzzy Systems. Modeling and Control : [eds. H. T. Nguyen, M. Sugeno]. — New York : Kluwer Academic Publishers, 1998. — 532 p.
9. Practical Applications of Fuzzy Technologies : [ed. H.-J. Zimmermann]. — New York : Kluwer Academic Publishers, 1999. — 680 p.
10. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox™ User's Guide.
http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf
11. Bojadziev G., Bojadziev M. Fuzzy logic for business, finance and management/ Advances in Fuzzy Systems: Applications and Theory — Vol. 23, 253p
12. Dubois D. J. Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications / D. J. Dubois, H. Prade. — Academic Press, 1980. — 393 p.
13. Trillas E. Fuzzy Logic. An Introductory Course for Engineering Students / E. Trillas, L. Eciolaza. — Springer International Publishing Switzerland, 2015. — 211 p. — (Studies in Fuzziness and Soft Computing, vol. 320).
14. Zadeh L. A. Computing with Words. Principal Concepts and Ideas / L. A. Zadeh. — Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2012. — 146 p. — (Studies in Fuzziness and Soft Computing, vol. 277).
15. Mathematics of Fuzzy Sets. Logic, Topology, and Measure Theory : [eds. U. Höhle, S. E. Rodabaugh]. — New York : Kluwer Academic Publishers, 1999. — 722 p.

3. Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Математичний формалізм теорії нечітких множин</p> <p>Огляд класичної теорії множин. Поняття нечіткої множини, основні характеристики нечітких множин. Функції належності. T-норми, аксіоми, властивості. T-конорми, аксіоми, властивості. T-норми, аксіоми, властивості. Класи нечітких перетинів. T-конорми, аксіоми, властивості. Нечіткі числа. Нечітка арифметика.</p> <p>Література: 1, стор. 1–5; 3, стор. 4–15.</p> <p>Завдання на СРС: гранулярність інформації, дуальність нечітких заперечень та об'єднань, функції належності типу сигмоїд, нечіткі рівняння.</p>
2	<p>Виведення з умовних висловлювань. Системи нечіткого виведення</p> <p>Огляд багатозначних логік. Нечіткі висловлювання. Класи нечітких висловлювань. Поняття про кваліфіковані висловлювання. Умовні висловлювання. Нечіткі квантифікатори першого роду. Лінгвістичні модифікатори. Нечітка імплікація. Аксіоми та класи нечітких імплікацій. Виведення з умовних висловлювань. Метод інтерполяції для виведення з декількох посилок.</p> <p>Література: 1, стор. 220–230.</p> <p>Завдання на СРС: нечіткі квантифікатори другого роду.</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
3	<p>Нечітка кластеризація</p> <p>Порівняльний аналіз методів чіткої та нечіткої кластеризації. Нечіткий метод k-means. Метрики оцінки якості кластеризації.</p> <p>Література: 1, стор. 44–48, 50–88.</p> <p>Завдання на СРС: агломеративні методи нечіткої кластеризації.</p>
4	<p>Нечіткі моделі в медицині</p> <p>Основи штучного інтелекту в медицині. Нечіткі експертні системи в медицині. Алгоритм Сугено для розв'язання задач медичної діагностики.</p> <p>Література: 3, стор. 125–144.</p> <p>Завдання на СРС: прийняття рішень експертними системами на основі нечіткої логіки.</p>
5	<p>Задачі розпізнавання на основі нечітких нейронних мереж</p> <p>Постановка задачі розпізнавання. Нечітка нейронна мережа ANFIS. Архітектура ANFIS.</p> <p>Література: 2, стор. 122–132; 3, стор. 233–260.</p> <p>Завдання на СРС: методи оптимізації гіперпараметрів ANFIS моделі.</p>
6	<p>Нечітка логіка в системах управління</p> <p>Основні принципи проектування систем керування динамічними об'єктами з нечіткими змінними. .</p> <p>Література: 4, стор. 144–149; 3, стор. 233–260.</p> <p>Завдання на СРС: формалізація нечітких змінних керування..</p>
7	<p>Нечіткий метод Дельфі</p> <p>Узагальнення класичного методу довгострокового прогнозування. Постановка задачі. Основні етапи методу Дельфі.</p> <p>Література: 8, стор. 66–89.</p> <p>Завдання на СРС: задачі фінансового планування нечітким методом Дельфі.</p>
8	<p>Модель нечіткого управління проектами</p> <p>Нечіткий метод PERT для проектного менеджменту. Приклади.</p> <p>Література: 8, стор. 91–125.</p> <p>Завдання на СРС: нечіткий метод СРМ.</p>
9	<p>Прийняття рішень в нечіткому середовищі</p> <p>Модель прийняття рішень в нечітких умовах. Підхід Белмана-Заде.</p> <p>Література: 8, стор. 91–125.</p> <p>Завдання на СРС: розглянути альтернативні підходи розв'язання задачі прийняття рішень в нечіткому середовищі.</p>
10.	<p>Нечітка регресійна модель та нечіткі оптимізаційні задачі</p> <p>Різні постановки нечіткої оптимізаційної задачі. Нечітка регресійна модель, методи оцінювання параметрів.</p> <p>Література: 7, стор. 13–45.</p> <p>Завдання на СРС: моделі нечіткої регресії в економіці</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
11	Нечітка модель інвестицій Модель інвестиційного консультування. Модель розподілу активів клієнта. Модель резистентності до фінансового ризику клієнта. Література: 8, стор. 157–185. Завдання на СРС: розглянути методологію побудови нечітких моделей інвестицій.
12	Нечіткі задачі управління запасами Постановка задачі. Нечіткі запити. Нечіткі задачі управління запасами з дефіцитом товару/без дефіциту товару. Література: 4, стор. 187–215. Завдання на СРС: розглянути методологію побудови нечітких моделей управління запасами.

5. Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Математичний формалізм теорії нечітких множин Стандартні операції над нечіткими множинами. Форма запису та графічне зображення нечітких множин. Тотожності в теорії нечітких множин. Альфа-зрізи. Нечіткі заперечення, об'єднання та перетини. Література: 1, стор. 11–30, 44–48, 50–88; 2, стор. 3–28; 3, стор. 42–77, 125–145. Завдання на СРС: перевірити, чи є опуклими нечіткі множини, розглянуті на практичному занятті.
2	Виведення з умовних висловлювань. Системи нечіткого виведення Класи нечітких висловлювань. Поняття про кваліфіковані висловлювання. Умовні висловлювання. Нечіткі квантифікатори першого роду. Лінгвістичні модифікатори. Нечітка імплікація. Аксиоми та класи нечітких імплікацій. Виведення з умовних висловлювань. Метод інтерполяції для виведення з декількох посилок. Література: 1, стор. 220–230. Завдання на СРС: Обчислити ступінь правдоподібності нечіткого висловлювання, кваліфікованого ймовірно
3	Нечітка кластеризація Порівняльний аналіз методів чіткої та нечіткої кластеризації. Нечіткий метод k-means. Метрики оцінки якості кластеризації. Література: 1, стор. 44–48, 50–88. Завдання на СРС: агломеративні методи нечіткої кластеризації, розв'язати нечіткі рівняння, розглянуті в класі.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
4	<p>Нечіткі моделі в медицині побудова нечітких медичних експертних систем. Реалізація алгоритму Сугено для розв'язання задач медичної діагностики. Література: 3, стор. 125–144. Завдання на СРС: прийняття рішень експертними системами на основі нечіткої логіки.</p>
5	<p>Задачі розпізнавання на основі нечітких нейронних мереж Проектування нечіткої нейронної мережі ANFIS для задачі розпізнавання обличь. Література: 2, стор. 122–132; 3, стор. 233–260. Завдання на СРС: застосувати методи оптимізації гіперпараметрів ANFIS моделі.</p>
6	<p>Нечітка логіка в системах управління проектування систем керування динамічними об'єктами з нечіткими змінними. . Література: 4, стор. 144–149; 3, стор. 233–260. Завдання на СРС: формалізація нечітких змінних керування..</p>
7	<p>Нечіткий метод Дельфі Розв'язання задач для узагальненого класичного методу довгострокового прогнозування. Основні етапи методу Дельфі. Література: 1, стор. 177–207; 3, стор. 343–377, 439–454. Завдання на СРС: альтернативні підходи до застосування нечіткого методу Дельфі</p>
8	<p>Модель нечіткого управління проектами Нечіткий метод PERT для проектного менеджменту. Приклади. Література: 3, стор. 378–392. Завдання на СРС: здійснити порівняльний аналіз нечіткого методу PERT та СР</p>
9	<p>Нечітка модель інвестицій Модель інвестиційного консультування. Модель розподілу активів клієнта. Модель резистентності до фінансового ризику клієнта. Література: 4, стор. 227–287, 402–413. Завдання на СРС: розглянути методологію побудови нечітких моделей інвестицій.</p>
10	<p>Нечіткі задачі управління запасами Постановка задачі. Нечіткі запити. Література: 4, стор. 227–287, 402–413. Завдання на СРС: розглянути методологію побудови нечітких моделей управління запасами.</p>

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Математичний формалізм теорії нечітких множин Опуклість нечітких множин Література: 1, стор. 11–30, 44–48, 50–88; 2, стор. 3–28; 3, стор. 42–77, 125–145.	5
2	Виведення з умовних висловлювань. Системи нечіткого виведення ступінь правдоподібності нечіткого висловлювання, кваліфікованого ймовірносно Література: 1, стор. 220–230.	5
3	Нечітка кластеризація агломеративні методи нечіткої кластеризації. Нечіткий метод k-means. Метрики оцінки якості кластеризації. Література: 1, стор. 44–48, 50–88.	5
4	Нечіткі моделі в медицині прийняття рішень експертними системами на основі нечіткої логіки. Література: 3, стор. 125–144.	5
5	Задачі розпізнавання на основі нечітких нейронних мереж методи оптимізації гіперпараметрів ANFIS моделі. Література: 2, стор. 122–132; 3, стор. 233–260.	5
6	Нечітка логіка в системах управління формалізація нечітких змінних в системах керування динамічними об'єктами. Література: 4, стор. 144–149; 3, стор. 233–260.	6
7	Нечіткий метод Дельфі альтернативні підходи до застосування нечіткого методу Дельфі Література: 1, стор. 177–207; 3, стор. 343–377, 439–454.	4
8	Модель нечіткого управління проектами здійснити порівняльний аналіз нечіткого методу PERT та СРМ. Література: 3, стор. 378–392.	2
9	Нечітка модель інвестицій розглянути методологію побудови нечітких моделей інвестицій. Література: 4, стор. 227–287, 402–413.	4
10	Нечіткі задачі управління запасами розглянути методологію побудови нечітких моделей управління запасами. Література: 4, стор. 227–287, 402–413.	4

1	3.5	105	36	18	51	1		Екзамен
---	-----	-----	----	----	----	---	--	---------

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з:

- 1) балів за виконання модульної контрольної роботи;
- 2) балів за розрахункову роботу;
- 3) балів за груповий проект.

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ БАЛІВ

1. Бали за модульну контрольну роботу

Модульна контрольна робота поділяється на дві 90-хвилинні контрольні роботи, кожна з яких містить по 5 практичних завдань.

Максимальна кількість балів за відповідь на кожне завдання: 3 балів.

Критерії оцінювання:

3 балів — відповідь повна і правильна;

2 балів — відповідь неповна, правильна або містить незначні неточності;

1 балів — відповідь неповна і неточна;

0 балів — відповідь неправильна або відсутня.

Максимальна кількість балів за модульний контроль:

3 балів × 5 запит. × 2 КР = **30 балів.**

2. Бали за розрахункову роботу

Максимальна кількість балів за вірно виконану і вчасно здану розрахункову роботу - **10 балів.**

Критерії оцінювання:

10 балів — відповіді повні і правильні;

7 балів — відповіді неповні, правильні або містять незначні неточності;

5 балів — відповіді неповні і неточні;

0 балів — відповіді неправильні або відсутні.

3. Бали за груповий проект

4. Максимальна кількість балів за вірно виконаний і вчасно представлений груповий проект - 10 балів.

5. Критерії оцінювання:

6. 10 балів — проект реалізовано вірно і вчасно;

7. 7 балів — проект неповний або містить незначні неточності;

8. 5 балів — проект неповний і неточний;

9. 0 балів — проект неправильний або відсутній.

10. Бали за відповідь на екзамені

Екзаменаційний білет складається з 6 питань – 2 теоретичних та 4 практичних. Відповідь на кожне теоретичне запитання оцінюється 5 балами, відповідь на кожне практичне запитання оцінюється 10 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання екзаменаційної роботи:

5 балів – відповідь вірна, повна, добре аргументована;
4 балів – в цілому відповідь вірна, але має недоліки;
3 балів – у відповіді є незначні помилки;
2 бали – у відповіді є суттєві помилки;
0-1 балів – немає відповіді.

Критерії оцінювання кожного практичного запитання екзаменаційної роботи:

10 балів – відповідь вірна, повна, добре аргументована;
7-9 балів – в цілому відповідь вірна, але має недоліки;
4-6 балів – у відповіді є незначні помилки;
2-3 бали – у відповіді є суттєві помилки;
0-1 балів – немає відповіді.

Максимальна кількість балів за відповідь на екзамені:

12.5 балів × 4 запитання = **50 балів**.

11. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Семестрова складова рейтингової шкали **R_C = 50 балів**, вона визначається як сума додатних балів, отриманих за виконання домашньої контрольної роботи, модульної контрольної роботи, відповіді на теоретичні контрольні роботи, активність на практичних заняттях.

Екзаменаційна складова рейтингової шкали **R_E = 50 балів**.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює: **R = R_C + R_E = 100 балів**.

12. Поточна атестація

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше **12 балів** (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до першої атестації).

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше **20 балів** (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до другої атестації).

13. Умова допуску до екзамену та визначення оцінки

Необхідною умовою допуску студента до екзамену є семестровий рейтинг студента (**r_C**) не менше 40 % від **R_C**, тобто не менше **24 балів**. В іншому разі студент повинен виконати додаткову роботу та підвищити свій рейтинг.

Сумарний рейтинг студента **RD** визначається як сума семестрового рейтингу студента **r_C** та балів **r_E**, отриманих на екзамені. Оцінка (**ECTS** та традиційна) виставляється відповідно до значення **RD** згідно з табл. 2.

14. Визначення оцінки в умовах дистанційної форми навчання

Студент, який набрав за поточний контроль менше 30 балів складає іспит. Іспит складається з двох практичних задач та подальшої усної співбесіди. Оцінка студенту, який набрав за поточний контроль не менше 30 балів розраховується за формулою:

$$50 + \frac{50(Rs-24)}{R_{max}-24},$$

Де R_s – поточний бал студента, R_{max} – максимальний бал за семестр.

Таблиця

2

<i>Рейтингові бали, RD</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік теоретичних питань, що виносяться на іспит:

1. Нечіткі множини.
2. Нечітка арифметика.
3. Нечіткі відношення.
4. Нечіткі задачі управління.
5. Нечітка нейронна мережа.
6. Нечітка кластеризація.
7. Нечіткий регресійний аналіз.
8. Нечіткі експертні системи.
9. Системи нечіткого виведення: загальна архітектура, етап фазифікації, модуль нечіткого виведення.
10. Системи нечіткого виведення: база нечітких правил, етап дефазифікації. Етапи розробки систем нечіткого виведення.
11. Системи нечіткого виведення типу Сугено та Цукамото. Властивості систем нечіткого виведення.
12. Нечіткий метод Дельфі
13. Нечіткий метод PERT.
14. Нечітка задача управління запасами.
15. Нечітка задача про інвестиції.
16. Нечітка теорія прийняття рішень.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, Третиник Віолета Вікентіївна

Ухвалено кафедрою прикладної математики (протокол № 7 від 09.02.22)

Погоджено Методичною радою факультету¹ (протокол № 6 від 25.03.2022)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.