



# НЕЧІТКО-МНОЖИННІ МОДЕЛІ В БІЗНЕСІ ТА ФІНАНСАХ

## 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>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/<br>контрольні заходи        | <i>екзамен</i>  |
| Розклад занять                                    |   |
| Мова викладання                                   | <i>Українська</i>   |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | Лектор: <i>кандидат фіз.-мат. наук, доцент, Третиник Віолета Вікентіївна, <a href="mailto:viola.tret@gmail.com">viola.tret@gmail.com</a></i><br>Практичні / Семінарські: <i>кандидат фіз.-мат. наук, доцент, Третиник Віолета Вікентіївна, <a href="mailto:viola.tret@gmail.com">viola.tret@gmail.com</a></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 нечітка логіка. Навчальна дисципліна «Нечітко-множинні моделі у бізнесі та фінансах» займає одне із центральних місць у системі математичної, природничо-наукової підготовки фахівця з прикладної математики. Щоб бути успішним та конкурентоспроможним на ринку праці потрібно володіти сучасними методами математичного моделювання.

#### 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 гуманістичних систем, розв'язання задач класифікації та розпізнавання, керування, інших 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 класифікації та розпізнавання, оптимізації, кластеризації та керування, інших задач обчислювального інтелекту;

#### **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 техніці, економіці, біології 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:**

#### **II. фахових компетентностей:**

Програмними результатами навчання є:

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

Вивчення кредитного модуля «Нечітко-множинні моделі в бізнесі та фінансах» 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 «Нечітко-множинні моделі в бізнесі та фінансах» 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 теорії нечітких множин**

*Тема 1.1. Основні положення нечіткої математики, причини появи та основні етапи розвитку*

*Тема 1.2. Поняття нечіткої множини, основні характеристики нечітких множин. Операції над нечіткими множинами*

*Тема 1.3. Агрегація нечітких множин. Нечіткі відношення*

*Тема 1.4. Нечіткі числа. Інтервальна арифметика. Нечітка арифметика*

Тема 1.5. *Основи нечіткої логіки. Нечіткі та лінгвістичні змінні. Нечіткі висловлювання*

Тема 1.6. *Виведення з умовних висловлювань. Системи нечіткого виведення*

## **Кредитний модуль 2. Нечітко-множинні 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. Klir G. J. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications / G. J. Klir, B. Yuan. — Prentice Hall, 1995. — 592 p.
2. 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.
3. Fundamentals of Fuzzy Sets : [eds. D. Dubois, H. Prade]. — New York : Kluwer Academic Publishers, 2000. — 660 p.
4. Fuzzy Systems. Modeling and Control : [eds. H. T. Nguyen, M. Sugeno]. — New York : Kluwer Academic Publishers, 1998. — 532 p.
5. Practical Applications of Fuzzy Technologies : [ed. H.-J. Zimmermann]. — New York : Kluwer Academic Publishers, 1999. — 680 p.
6. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox™ User's Guide.  
[http://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/fuzzy/fuzzy.pdf](http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf)
7. Куссуль Н. М. Інтелектуальні обчислення: Навчальний посібник / Н. М. Куссуль, А. Ю. Шелестов, А. М. Лавренюк. — К. : Наукова думка, 2006. — 186 с.
8. Wojadziev G., Wojadziev M. Fuzzy logic for business, finance and management/ Advances in Fuzzy Systems: Applications and Theory — Vol. 23, 253p.

#### **Допоміжна література**

1. Dubois D. J. Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications / D. J. Dubois, H. Prade. — Academic Press, 1980. — 393 p.
2. 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).
3. 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).
4. 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     | <b>Основні положення нечіткої математики, причини появи та основні етапи розвитку</b><br>Принцип несумісності. Біологічні витоки теорії нечітких множин. Приклади застосування нечіткої математики в сучасних промислових та інформаційних системах.<br>Література: 1, стор. 1–5; 3, стор. 4–15.<br>Завдання на СРС: гранулярність інформації.   |
| 2     | <b>Поняття нечіткої множини, основні характеристики нечітких множин</b><br>Огляд класичної теорії множин. Поняття нечіткої множини, основні характеристики нечітких множин. Функції належності, відмінність від функцій розподілу ймовірностей. Основні класи функцій належності.<br>Література: 1, стор. 11–30; 2, стор. 3–28; 3, стор. 42–77.<br>Завдання на СРС: функції належності типу сигмоїд. |
| 3     | <b>Стандартні операції над нечіткими множинами. Нечіткі заперечення</b><br>Стандартні заперечення, перетин, об'єднання. Аксиоми нечіткого заперечення. Класи нечітких заперечень.<br>Література: 1, стор. 44–48, 50–88.<br>Завдання на СРС: подання нечітких множин за допомогою альфа-зрізів.   |
| 4     | <b>Нечіткі перетини та об'єднання</b><br>$T$ -норми, аксіоми, властивості. Класи нечітких перетинів. $T$ -конорми, аксіоми, властивості. Класи нечітких об'єднань.<br>Література: 3, стор. 125–145.<br>Завдання на СРС: дуальність нечітких заперечень та об'єднань.   |
| 5     | <b>Агрегація нечітких множин. Нечіткі відношення, їхні властивості</b><br>Оператори агрегації. Нечіткі відношення. Проекції та циліндричні розширення нечітких відношень. Композиції нечітких відношень<br>Література: 1, стор. 122–132; 3, стор. 233–260.<br>Завдання на СРС: обумовлені нечіткі відношення.  |
| 6     | <b>Бінарні нечіткі відношення</b><br>Бінарні нечіткі відношення. Нечіткі відношення еквівалентності та порядку.<br>Література: 1, стор. 144–149; 3, стор. 233–260.<br>Завдання на СРС: нечітке відношення сумісності.  |
| 7     | <b>Нечіткі числа. Інтервальна арифметика. Нечітка арифметика</b><br>Принцип розширення. Нечіткі числа. Потужності нечітких множин. Інтервальна арифметика. Нечітка арифметика.<br>Література: 1, стор. 102–108.<br>Завдання на СРС: нечіткі рівняння.  |

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)   |
|-------|---|
| 8     | <p><b>Нечітка та лінгвістична змінні</b></p> <p>Поняття змінної як формальної трійки. Нечітка змінна як формальна трійка. Сумісність значення зі змінною. Лінгвістична змінна як формальна п'ятірка. Терм-множина лінгвістичної змінної. Зв'язок сенсу значення лінгвістичної змінної та функції належності нечіткої змінної. Ієрархічна структура лінгвістичної змінної.</p> <p>Література: 2, стор. 121–306.</p> <p>Завдання на СРС: самостійно вивчити формальні визначення лінгвістичної змінної.</p>           |
| 9     | <p><b>Основи нечіткої логіки. Нечіткі висловлювання</b></p> <p>Огляд класичної двозначної логіки. Основні правила виведення в класичній логіці. Поняття класичного предикату, його властивості. Огляд багатозначних логік. Нечіткі висловлювання. Класи нечітких висловлювань. Поняття про кваліфіковані висловлювання. Умовні висловлювання. Нечіткі квантифікатори першого роду. Лінгвістичні модифікатори.</p> <p>Література: 1, стор. 220–230.</p> <p>Завдання на СРС: нечіткі квантифікатори другого роду.</p> |
| 10    | <p><b>Виведення з умовних висловлювань</b></p> <p>Нечітка імплікація. Аксиоми та класи нечітких імплікацій. Виведення з умовних висловлювань. Метод інтерполяції для виведення з декількох посилок.</p> <p>Література: 1, стор. 231–241, 304–316; 3, стор. 147–153.</p> <p>Завдання на СРС: виведення з кваліфікованих умовних висловлювань.</p>  |
| 11    | <p><b>Нечіткі системи. Системи нечіткого виведення</b></p> <p>Огляд нечітких систем. Архітектура систем нечіткого виведення. Різновиди систем нечіткого виведення. Системи типу Мамдані та типу Сугено. Методи фазифікації та дефазифікації. Проектування бази нечітких правил.</p> <p>Література: 1, стор. 327–330; 4, стор. 19–58, 91–131.</p> <p>Завдання на СРС: самостійно вивчити типи систем нечіткого виведення, не розглянуті на лекції.</p>   |
| 12    | <p><b>Методи побудови нечітких множин</b></p> <p>Прямі та непрямі методи з одним та багатьма експертами.</p> <p>Література: 1, стор. 280–299; 3, стор. 211–217.</p> <p>Завдання на СРС: метод парних порівнянь.</p>   |
| 14    | <p><b>Нечіткий метод Дельфі</b></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>  |

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)   |
|-------|---|
| 15    | <b>Модель нечіткого управління проектами</b><br>Нечіткий метод PERT для проектного менеджменту. Приклади.<br>Література: 8, стор. 91–125.<br>Завдання на СРС: нечіткий метод СРМ.   |
| 16    | <b>Прийняття рішень в нечіткому середовищі</b><br>Модель прийняття рішень в нечітких умовах. Підхід Белмана-Заде.<br>Література: 8, стор. 91–125.<br>Завдання на СРС: розглянути альтернативні підходи розв'язання задачі прийняття рішень в нечіткому середовищі.                    |
| 17    | <b>Нечітка модель інвестицій</b><br>Модель інвестиційного консультування. Модель розподілу активів клієнта.<br>Модель резистентності до фінансового ризику клієнта.<br>Література: 8, стор. 157–185.<br>Завдання на СРС: розглянути методологію побудови нечітких моделей інвестицій. |
| 18    | <b>Нечіткі задачі управління запасами</b><br>Постановка задачі. Нечіткі запити.<br>Література: 4, стор. 187–215.<br>Завдання на СРС: розглянути методологію побудови нечітких моделей управління запасами.  |

## 5. Практичні заняття

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань<br>(перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)   |
|-------|--|
| 1     | <b>Поняття нечіткої множини, основні характеристики нечітких множин. Принцип розширення. Операції над нечіткими множинами</b><br>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.<br>Література: 1, стор. 11–30, 44–48, 50–88; 2, стор. 3–28; 3, стор. 42–77, 125–145.<br>Завдання на СРС: перевірити, чи є опуклими нечіткі множини, розглянуті на практичному занятті. |
| 2     | <b>Агрегація нечітких множин. Нечіткі відношення</b><br>Аксиоми та теореми операторів агрегації нечітких множин. Оператори OWA. Проекції та циліндричні розширення нечітких відношень. Властивості бінарних нечітких відношень.<br>Література: 1, стор. 122–132, 144–149; 3, стор. 233–260.<br>Завдання на СРС: обчислити композицію розглянутих на практиці бінарних нечітких відношень.  |

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань<br>(перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)  |
|-------|---|
| 3     | <p><b>Нечіткі числа. Інтервальна арифметика. Нечітка арифметика</b><br/>Принцип розширення. Потужності нечітких множин. Арифметичні операції над інтервалами. Арифметичні операції над нечіткими числами.<br/>Література: 1, стор. 102–108.<br/>Завдання на СРС: розв’язати нечіткі рівняння, розглянуті в класі.</p>   |
| 4     | <p><b>Лінгвістична змінна</b><br/>Формальне визначення лінгвістичної змінної, її графічне подання.<br/>Література: 2, стор. 121–306.<br/>Завдання на СРС: записати формальне визначення лінгвістичної змінної «Вік».</p>  |
| 5     | <p><b>Нечіткі висловлювання. Класи нечітких висловлювань. Поняття про кваліфіковані висловлювання. Умовні висловлювання. Нечіткі квантифікатори. Лінгвістичні модифікатори</b><br/>Обчислення ступеня правдоподібності нечітких висловлювань. Застосування лінгвістичних модифікаторів та нечітких квантифікаторів.<br/>Література: 1, стор. 220–230.<br/>Завдання на СРС: Обчислити ступінь правдоподібності нечіткого висловлювання, кваліфікованого ймовірносно.</p> |
| 6     | <p><b>Нечіткий метод Дельфі</b><br/>Розв’язання задач для узагальненого класичного методу довгострокового прогнозування. Основні етапи методу Дельфі.<br/>Література: 1, стор. 177–207; 3, стор. 343–377, 439–454.<br/>Завдання на СРС: альтернативні підходи до застосування нечіткого методу Дельфі</p>   |
| 7     | <p><b>Модель нечіткого управління проектами</b><br/>Нечіткий метод PERT для проектного менеджменту. Приклади.<br/>Література: 3, стор. 378–392.<br/>Завдання на СРС: здійснити порівняльний аналіз нечіткого методу PERT та СРМ.</p>  |
| 8     | <p><b>Нечітка модель інвестицій</b><br/>Модель інвестиційного консультування. Модель розподілу активів клієнта. Модель резистентності до фінансового ризику клієнта.<br/>Література: 4, стор. 227–287, 402–413.<br/>Завдання на СРС: розглянути методологію побудови нечітких моделей інвестицій.</p>   |
| 9     | <p><b>Нечіткі задачі управління запасами</b><br/>Постановка задачі. Нечіткі запити.<br/>Література: 4, стор. 227–287, 402–413.<br/>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     | <b>Основні положення нечіткої математики, причини появи та основні етапи розвитку</b><br>Гранулярність інформації.<br>Література: 3, стор. 4–15.  | 5                   |
| 2     | <b>Поняття нечіткої множини, основні характеристики нечітких множин. Операції над нечіткими множинами</b><br>Функції належності типу сигмоїд, подання нечітких множин за допомогою альфа-зрізів, дуальність нечітких заперечень та об'єднань.<br>Література: 2, стор. 3–28, 3, стор. 125–145. | 5                   |
| 3     | <b>Агрегація нечітких множин. Нечіткі відношення</b><br>Обумовлені нечіткі відношення, нечітке відношення сумісності.<br>Література: 1, стор. 122–132.  | 5                   |
| 4     | <b>Нечіткі числа. Інтервальна арифметика. Нечітка арифметика</b><br>Нечіткі рівняння.<br>Література: 1, стор. 102–108.  | 5                   |
| 5     | <b>Основи нечіткої логіки. Нечіткі та лінгвістичні змінні. Нечіткі висловлювання</b><br>Формальні визначення лінгвістичної змінної, нечіткі квантифікатори другого роду.<br>Література: 1, стор. 220–230.   | 5                   |
| 6     | <b>Виведення з умовних висловлювань. Системи нечіткого виведення</b><br>Виведення з кваліфікованих умовних висловлювань, систем нечіткого виведення Цукамото та Ларсена.<br>Література: 1, стор. 327–330, 3, стор. 147–153.   | 6                   |
| 7     | <b>Методи побудови нечітких множин</b><br>Метод парних порівнянь<br>Література: 1, стор. 280–299.   | 6                   |
| 8     | <b>Нечіткий метод Дельфі</b><br>альтернативні підходи до застосування нечіткого методу Дельфі<br>Література: 1, стор. 177–207; 3, стор. 343–377, 439–454.   | 4                   |
| 9     | <b>Модель нечіткого управління проектами</b><br>здійснити порівняльний аналіз нечіткого методу PERT та СРМ.<br>Література: 3, стор. 378–392.  | 2                   |
| 10    | <b>Нечітка модель інвестицій</b><br>розглянути методологію побудови нечітких моделей інвестицій.<br>Література: 4, стор. 227–287, 402–413.  | 4                   |



| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання  | Кількість годин СРС |
|-------|--|---------------------|
| 11    | <b>Нечіткі задачі управління запасами</b><br>розглянути методологію побудови нечітких моделей управління запасами.<br>Література: 4, стор. 227–287, 402–413. | 4                   |

#### 4. Політика та контроль

##### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТІВ З ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Звіт виконують на аркушах формату А4.
2. Лабораторні роботи виконуються згідно файлу «план практичних занять»  
(наприклад, практика №1=лабораторна робота №1).
3. Умова задачі переписується перед розв'язанням. Відповідь виділяється.
4. На одному практичному занятті можна здати не більше **двох** лабораторних робіт.

#### Правила виконання групового проекту з дисципліни «Нечітко-множинні моделі у бізнесі та фінансах»

##### Завдання

1. Реалізувати нечітку систему виводу з деякої предметної області.
  - виконується за зразком поданим у лекції №11-12
2. Підготувати звіт за результатами роботи.
  - Вказати список учасників
  - Написати анотацію
  - Описати постановку задачі
  - Вказати літературні посилання, які використовувались в проекті
  - Реалізувати математичну формалізацію задачі
  - Описати всі етапи нечіткого виводу
  - Виконати тестування системи (самостійно закодувати або використати Matlab Fuzzy Tool Box)
  - Зробити висновки
  - Описати внесок кожного учасника проекту (ролі та задачі)
3. Презентувати (Power Point) та доповісти (10 хв) роботу на практичному занятті.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом: табл. 1.

Таблиця 1

| Се<br>ме<br>ст<br>р | Навчальний час |                   | Розподіл навчальних годин |                               |     | Контрольні заходи |             | Семест<br>рова<br>атестац<br>ія |
|---------------------|----------------|-------------------|---------------------------|-------------------------------|-----|-------------------|-------------|---------------------------------|
|                     | кредити        | академічні години | лекції, акад. год.        | практичні заняття, акад. год. | СРС | МКР               | РГР, РР, ГР |                                 |
| 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 відвідування лекційних занять;
- 3) балів за відвідування практичних занять.

### 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 відвідування лекційних занять

Бали нараховуються за відвідування лекційних занять: по 2 бали за кожне відвідане заняття, але не більше ніж **10 балів** протягом усього семестру.

#### 3. Бали за відвідування практичних занять

Бали нараховуються за відвідування практичних занять: по 4 бали за кожне відвідане заняття, але не більше ніж **10 балів** протягом усього семестру.

#### 4. Бали за відповідь на екзамені

Екзаменаційний білет складається з 4 питань – 2 теоретичних та 2 практичних. Відповідь на кожне теоретичне та практичне запитання оцінюється 12.5 балами.

*Критерії оцінювання кожного запитання екзаменаційної роботи:*

*9-12.5 балів – відповідь вірна, повна, добре аргументована;*

*7-8 балів – в цілому відповідь вірна, але має недоліки;*

5-6 балів – у відповіді є незначні помилки;

2-4 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**.

#### 5. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Семестрова складова рейтингової шкали **R<sub>C</sub> = 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<sub>E</sub> = 50 балів**.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює: **R = R<sub>C</sub> + R<sub>E</sub> = 100 балів**.

#### 6. 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).

#### 7. Умова допуску до екзамену та визначення оцінки

Необхідною умовою допуску студента до екзамену є семестровий рейтинг студента (**r<sub>C</sub>**) не менше 40 % від **R<sub>C</sub>**, 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<sub>C</sub>** та балів **r<sub>E</sub>**, отриманих на екзамені. Оцінка (**ECTS** та традиційна) виставляється відповідно до значення **RD** згідно з табл. 2.

#### 8. 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:

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

Де **R<sub>s</sub>** – поточний бал студента, **R<sub>max</sub>** – максимальний бал за семестр.

Таблиця

| Рейтингові бали, RD   | Оцінка за університетською шкалою |
|-----------------------|-----------------------------------|
| $95 \leq RD \leq 100$ | 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 операції.
4. Нечіткі відношення.
5. Нечіткі та лінгвістичні змінні.
6. Нечіткі висловлювання.
7. Виведення з нечітких висловлювань.
8. Нечіткі 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. Теорія можливостей.
13. Нечітке керування.

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою прикладної математики (протокол № 12 від 02.06.21)

Погоджено Методичною радою факультету<sup>1</sup> (протокол № 7 від 24.06.2021)

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.