

**Освітня програма курсу підвищення кваліфікації  
«Fuzzy Logic for Transport Engineering and Logistics»**

Назва та зміст заняття	Обсяг
<p><b>1. Fuzzy sets and fuzzy relations</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо базових понять з нечітких множин та нечітких відношень.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння суті та властивостей нечітких множини. Осмислене оперування такими поняттями як функція належності, носій та ядро нечіткої множини, альфа-зріз. Вміння виконувати такі операції над нечіткими множинами як об'єднання, перетин, доповнення, концентрування та розмазування. Розуміння суті нечітких відношень. Вміння виконувати такі операції над нечіткими відношеннями як об'єднання, перетин, доповнення, композиція.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>2. Membership functions</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо формалізації нечітких даних за допомогою функцій належності.</p> <p><b>Результати:</b> Знання параметричного способу представлення функцій належності. Розуміння доцільності використання трикутних, трапецієвих, дзвонових та інших типів функцій належності з урахуванням специфіки об'єкту моделювання. Вміння будувати функції належності за методом статистичної обробки експертної інформації, за методом парних порівнянь та за кластеризацією експериментальних даних. Розуміння того, як формалізувати експертні знання про логістичні заявки за допомогою нечітких множин.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>3. Fuzzy numbers</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо поєднання класичних аналітичних моделей з нечіткими початковими даними.</p> <p><b>Результати:</b> Знання про нечіткі числа та функції від нечітких аргументів. Розуміння альфа-рівневого принцип нечіткого узагальнення та нечіткої арифметики. Розуміння принципів застосування функцій від нечітких аргументів в логістиці для оцінювання тривалості доставки вантажів та експлуатаційних показників транспорту.</p>	<p>6 контактні години, 0,2 кред.</p> <p>3 години самостійної роботи, 0,1 кред.</p>

Назва та зміст заняття	Обсяг
<p><b>4. Fuzzy inference with Mamdani rules</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо суті нечітких правил Мамдані та алгоритмів логічного виведення за ними.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння формату нечітких правил Мамдані та задач, для яких доцільний такий опис ситуацій. Розуміння як окремих процедур логічного виведення – фазифікація, нечітка імплікація, агрегування та дефазифікація, так і алгоритму виведення в цілому. Здатність самостійно здійснити нечітке виведення Мамдані для конкретного прикладу.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>5. Fuzzy inference with Sugeno rules</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо суті нечітких правил Сугено та алгоритмів логічного виведення за ними.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння формату нечітких правил Сугено нульового та першого порядків та задач, для яких доцільний такий опис ситуацій. Розуміння як окремих процедур логічного виведення – фазифікація, нечітка імплікація, агрегування та дефазифікація, так і алгоритму виведення в цілому. Здатність самостійно здійснити нечітке виведення Сугено для конкретного прикладу.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>6. Fuzzy classifiers</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо суті нечіткої класифікації на основі нечітких правил.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння формату нечітких класифікаційних правил та алгоритмів логічного виведення за ними. Знання особливостей прийняття нечітких рішень за схемами single winning rule та voting rules.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>7. Fuzzy rule bases in transport engineering</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо застосування нечітких баз знань для прикладних задач в транспортній інженерії.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння особливостей, переваг та обмежень застосування нечітких баз знань для управління транспортним засобом, для розслідування дорожньо-транспортних пригод, для управління дорожнім рухом.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>

Назва та зміст заняття	Обсяг
<p><b>8. Hierarchic fuzzy rule bases</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування навичок щодо моделювання складних систем за допомогою ієрархічних нечітких баз знань.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння доцільності ієрархічної організації нечітких баз знань для складних залежностей. Знання технологій логічного виведення за нечіткими ієрархічними базами знань з мінімізацією проміжних процедур дефазифікації та фазифікації.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>9. Fuzzy clustering for logistics applications</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо нечіткої кластеризації даних.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння алгоритму кластеризація fuzzy c-means. Розуміння того, як змістовно інтерпретувати нечіткі кластери для логістичних задач, зокрема для визначення точок збору пасажирів в задачах маршрутизації шкільних автобусів.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>10. Structural identification with fuzzy rule bases</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань щодо реалізації структурної ідентифікації багатофакторних залежностей за допомогою нечітких баз знань.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння принципів формування вдалої нечіткої бази знань з правил-кандидатів. Розуміння принципів досягнення балансу за критеріями складності та точності в задачах нечіткої структурної ідентифікації.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>11. Extracting fuzzy rules from experimental data</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань про генерування нечітких правил з експериментальних даних без залучення експертів.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння суті генерування правил-кандидатів з експериментальних даних за методом Ванга-Менделя та за результатами нечіткої кластеризації. Розуміння принципів забезпечення змістовної інтерпретабельності бази нечітких правил.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>12. Tuning the Sugeno-type fuzzy model</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань про параметричну ідентифікацію залежностей за допомогою нечіткої бази знань Сугено.</p> <p><b>Результати:</b> Розуміння нечіткої параметричної ідентифікації як задача неперервної оптимізації. Знання особливостей, переваг та недоліків навчання за ANFIS-алгоритмом.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>

Назва та зміст заняття	Обсяг
<p><b>13. Tuning the Mamdani-type fuzzy model</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань про параметричну ідентифікацію залежностей за допомогою нечіткої бази знань Мамдані.</p> <p><b>Результати:</b> Знання особливостей, переваг та недоліків навчання за нечітких моделей типу Мамдані. Знання підходів збереження інтерпретабельності нечіткої бази знань під час навчання.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>14. Decision making in fuzzy environment for transport systems</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Формування знань про прийняття рішень в нечітких умовах за схемою Белманна-Заде та її застосування для транспортних систем.</p> <p><b>Результати:</b> Знання особливостей розгляду критеріїв та обмежень як нечітких множин в просторі альтернатив. Розуміння прийомів врахування різної важливості критеріїв. Знання технологій аналізу чутливості прийнятого рішення. Знання про можливості застосування схеми Белманна-Заде для ранжування варіантів транспортних систем.</p>	<p>4 контактні години, 0,13 кред.</p> <p>2 години самостійної роботи, 0,067 кред.</p>
<p><b>15. Current trends and future directions in fuzzy systems for transport engineering and logistics</b> – лекція з елементами дискусії, обговорення та практичними вправами</p> <p><b>Цілі:</b> Закріплення теоретичних знань і формування цілісного уявлення про перспективи застосування нечіткої логіки в транспортній інженерії та логістиці</p> <p><b>Результати:</b> Знання сучасних трендів та перспективних напрямів застосування нечіткої логіки в транспортній інженерії та в логістиці.</p>	<p>2 контактні години, 0,067 кред.</p> <p>1 години самостійної роботи, 0,033 кред.</p>

Всього 90 годин – 3 кредити, з них контактних годин – 60.

### **Очікувані нові та удосконалені компетенції викладачів:**

Оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками щодо застосування різноманітних моделей та методів нечіткої логіки для ефективного вирішення актуальних наукових задач в області транспортної інженерії та логістики.

Під потреби зовнішніх викладачів та наукових співробітників програма адаптується. Викладання здійснюється дистанційно з використанням відкритих безкоштовних платформ підтримки освітнього процесу Google Meet, Moodle тощо, власної університетської інформаційної системи JetIQ.

Програму розробив професор С.Д. Штовба.