

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра інформаційних систем

Затверджено

На засіданні
кафедри інформаційних систем
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31.08 2020 р.)

Завідувач кафедри Шинкаренко Г.А



Силабус з навчальної дисципліни
“Застосування штучних нейронних мереж до розв’язування задач
математичної фізики”,
що викладається
для аспірантів з спеціальності 122 – комп’ютерні науки

Назва дисципліни	Застосування штучних нейронних мереж до розв'язування задач математичної фізики
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра інформаційних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 122 – комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Трушевський Валерій Миколайович, доцент кафедри інформаційних систем
Контактна інформація викладачів	valeriy.trushevsky@lnu.edu.ua ; https://ami.lnu.edu.ua/en/employee/v-m-trushevskyy Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 260. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/academics/postgraduates
Інформація про дисципліну	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам знання основ теорії штучних нейронних мереж (ШНМ), процеси навчання та їх застосування до розв'язування задач математичної фізики. У курсі представлено застосування ШНМ до розв'язування задач Пуасона, адвекції-дифузії та міграції домішки в пористому середовищі. Розглянуто поєднання МСЕ та ШНМ до розв'язування нестационарних задач стоку мілкої води та початково-крайових задач теплопровідності. Основну частину курсу займає розгляд практичних і теоретичних аспектів ШНМ та варіанти їх програмних реалізацій у контексті застосування до розв'язання задач математичної фізики.
Коротка анотація дисципліни	Курс “Застосування штучних нейронних мереж до розв'язування задач математичної фізики” є дисципліною з спеціальності 122 – комп'ютерні науки для аспірантів 2-го року навчання.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення курсу “Застосування штучних нейронних мереж до розв'язування задач математичної фізики” є освоєння аспірантами теоретичних і практичних основ ШНМ у контексті їх застосування до задач математичної фізики та принципів розробки програмного забезпечення для їх реалізації.
Література для вивчення дисципліни	1. Новотарський М. А., Нестеренко Б. Б. Штучні нейронні мережі: обчислення // Праці Інституту математики НАН України. – Т.51.– Київ: Ін-т математики НАН України, 2004. –408 с. 2. Трушевський В. , Шинкаренко Г. , Щербина Н. Метод скінченних елементів і штучні нейронні мережі: теоретичні аспекти та застосування: монографія. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2014. – 396 с. 3. Трушевський В., Шинкаренко Г. Розпаралелена апроксимація еліптичних крайових задач штучною нейромережею з радіально-базисними функціями // Вісник Львів. ун-ту. Серія прикладна математика та інформатика. Вип. 22, 2014. – С. 108 – 117.

	<p>4. Трушевський В., Щербина Н. Застосування штучних нейронних мереж до розв'язування задач математичної фізики // Обчислювальні методи і системи перетворення інформації: зб. праць наук. техн. конф., Львів, 4-5 жовтня 2012 р., Львів: ФМІ НАНУ, 2012. – С. 54–57.</p> <p>5. Mohsen H., Behnam K. Feedforward Neurual Network for Solving Partial Differential Equation // Journal of Applied Sciences7 (19): 2812-2817, 2007.</p> <p>6. Lagaris I.E., Likas A., Fotiadis D.I. Artificial Neural Networks for Solving Ordinary and Partial Differential Equations // IEEE Trans. on Neural Networks. – 1998. – V. 4. – P. 987–1000.</p> <p>7. Hayati M., Karami B. Feedforward Neural Network for Solving Partial Differential Equations // J. of Applied Sciences 7 (19). – 2007. – P. 2812-2817.</p> <p>8. Haykin S. Neural Networks: A comprehensive foundation, Prentice-Hall, New Jersey, 1999. – 842 p.</p> <p>9. Hacib T. Computational Investigation on the Use of FEM and RBF Neural Network in the Inverse Electromagnetic Problem of Parameter Identification / Hacib T., Mekideche M.R., and Ferkha N. // IAENG Int. J. of Computer Science, 33:2. Advance online publication: 24 May 2007.</p> <p>10. Trushevsky V., Shynkarenko G., Shcherbyna N. Application of neural networks to the non-stationary heat conductivity problems // Обчислювальні методи і системи перетворення інформації: зб. праць наук. техн. конф., Львів, 7–8 жовтня 2010 р., Львів: ФМІ НАНУ, 2010. – С. 20–23.</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 год. Лекцій та 16 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 42 год.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основні положення теорії ШНМ; - Процеси навчання ШНМ; - Одношаровий перцептрон та методи навчання; - Багатошаровий перцептрон та методи навчання; - Рекурентні мережі; - Мережі на основі радіальних базисних функцій (РБФ); - Основні підходи застосування різних типів ШНМ до розв'язування задач математичної фізики - Поєднання МСЕ та ШНМ у застосуванні до розв'язування задач математичної фізики; <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Будувати ШНМ на основі РБФ для розв'язування задач математичної фізики; - Будувати рекурентні нейронні мережі для розв'язування задач міграції домішки та адвекції ; - Застосовувати МСЕ та ШНМ до початково-крайових задач теплопровідності та нестационарних задач стоку мілкої води. - Реалізовувати схеми ШНМ на сучасних комп'ютерах з використанням підходів паралелізації.
Ключові слова	МСЕ, РБФ, ШНМ, рекурентні мережі, багатошаровий перцептрон, одношаровий перцептрон, процеси навчання, задачі математичної фізики, програмна реалізація ШНМ.
Формат курсу	<p>Очний, дистанційний</p> <p>Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.</p> <p>Ознайомлення з Internet курсами по ШНМ</p> <p>COURSERA courses:</p> <p>https://www.coursera.org/search?query=artificial%20neural%20network&page=2&index=prod_all_products_term_optimization</p>

Теми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вступ. Предмет курсу. Основні положення теорії ШНМ. Моделі нейронів. 2. Архітектура ШНМ. Подання знань. 3. Процеси навчання ШНМ. Навчання засновані на основі пам'яті, корекції похибок. Правило Гебба. 4. Конкурентне навчання. Навчання Больцмана. 5. Навчання з учителем та без. 6. Задачі Навчання: Асоціативна пам'ять, розпізнавання образів, апроксимація функцій, керування, фільтрація, формування діаграми спрямованості. 7. Одношаровий перцептрон. Методи навчання. Проблема повноти. 8. Багатошаровий перцептрон. Алгоритм зворотного поширення. 9. Архітектури рекурентних мереж. Алгоритми навчання. 10. Мережі на основі РБФ. Задача інтерполяції. Мережі регуляризації. Узагальнені мережі на основі РБФ. 11. Порівняння РБФ мереж та багатошарових перцептронів. Навчання РБФ мереж. 12. Застосування РБФ мереж до задач Пуасона та стоку мілкої води. 13. Застосування багатошарового перцептронів до задач математичної фізики. 14. Клітинкові нейронні мережі. Застосування до задач міграції домішки та адвекції-дифузії. 15. Застосування МСЕ та ШНМ до початково-крайової задачі теплопровідності. 16. Застосування МСЕ та ШНМ до задач стоку мілкої води.
Підсумковий контроль, форма	Екзамен у кінці семестру
Пререквізити	<p>Для вивчення курсу аспіранти потребують базових знань з</p> <ul style="list-style-type: none"> - Чисельних методів; - Рівняння математичної фізики; - Програмування; - МСЕ <p>достатніх для сприйняття матеріалу відносно застосування ШНМ та МСЕ до розв'язання задач математичної фізики.</p>
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції Індивідуальні проекти, менторство
Необхідне обладнання	Комп'ютер із програмним забезпеченням Visual Studio 2017/2019, Internet доступ до обчислювального кластера.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • індивідуальний проект : 70% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 70 • екзамен: 70% індивідуальний проект; максимальна кількість балів 30 <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що аспіранти підготують звіт про виконання проекту.</p>

	<p>Академічна доброчесність: Очікується, що проекти аспірантів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших аспірантів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в індивідуальній роботі аспіранта є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі аспіранти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Аспіранти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку аспіранти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання індивідуальних проектів, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані за індивідуальні проекти та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність аспіранта під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до заліку чи екзамену.</p>	<p>Біологічна, стохастична та математична моделі нейронів. Архітектури ШНМ. Навчання засноване на корекції похибок. Конкурентне навчання. Навчання з учителем. Навчання без учителя. Задачі навчання. Персептрон Розенблатта. Рекурентні мережі. Мережі на основі РБФ. Методи застосування ШНМ до задач математичної фізики. Застосування МСЕ та ШНМ до задач математичної фізики.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>