



Математичні методи інформаційних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

– Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (PhD)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 год., з них 18 год. лекції, 18 год. лабораторні роботи, 114 год. самостійна робота)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / Модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>д.т.н., професор Павлов Олександр Анатолійович, pavlov.fiot@gmail.com</i> Практичні / Семінарські: <i>немає за навчальним планом</i> Лабораторні: <i>Головченко Максим Миколайович, ma4ete25@ukr.net</i>
Розміщення курсу	https://drive.google.com/drive/folders/1Mvi7Gr7Xs5F0bz8Uy0JNyCilarGsINod?usp=sharing

– Програма навчальної дисципліни

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

Мета вивчення дисципліни – оволодіння методами розробки математичних моделей оптимізації при проектуванні інформаційних систем і технологій підтримки управлінських рішень. **Предметом** навчання є математичні моделі та методи оптимізації.

Результатами засвоєння дисципліни здобувачем повинні стати такі знання та уміння.

Знання математичних моделей та методів:

- побудови одновимірної та багатовимірної поліноміальної регресії за надлишковим описом з використанням активного експерименту;
- прийняття рішень в умовах невизначеності:
 - модифікованого методу Терстоуна;

- класичного та модифікованого методу ієрархії Сааті;
- векторної та скалярної оптимізації в детермінованій постановці та в умовах невизначеності вагових коефіцієнтів функціоналу:
 - розв'язання в загальній постановці;
 - розв'язання транспортної задачі в умовах невизначеності;
 - багатоцільового лінійного програмування в детермінованій постановці та в умовах невизначеності.

Уміння: використовувати перелічені вище методи та проектувати інформаційні технології для випадків:

- прийняття рішень в умовах невизначеності;
- побудова багатовимірних регресійних моделей;
- задачі векторного багатоцільового планування.

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

Успішному вивченню дисципліни «Математичні моделі інформаційних систем» повинно передувати успішне вивчення дисциплін «Лінійна алгебра та аналітична геометрія» та «Математичні методи оптимізації», які входять до навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Отримані в результаті засвоєння дисципліни «Математичні моделі інформаційних систем» теоретичні знання та практичні уміння можуть бути корисними для проведення наукових досліджень за темою дисертації та для подальшої роботи в галузі інформаційних технологій.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Математичні моделі побудови багатовимірної поліноміальної регресії з використанням активного експерименту

Тема 1.1. Загальні теоретичні положення побудови одновимірної поліноміальної регресії.

Тема 1.2. Додаткові властивості нормованих ортогональних поліномів Форсайта для побудови одновимірної поліноміальної регресії.

Тема 1.3. Теоретичні основи побудови багатовимірної поліноміальної регресії за надлишковим описом з використанням активного експерименту.

Тема 1.4. Побудова багатовимірної поліноміальної регресії за надлишковим описом з використанням активного експерименту та модифікованими методами кластерного аналізу.

Розділ 2. Прийняття рішень в умовах невизначеності

Тема 2.1. Модифікований метод Терстоуна. Класичний метод аналізу ієрархій Сааті.

Тема 2.2. Модифікований метод аналізу ієрархій Сааті.

Розділ 3. Векторна та скалярна оптимізація в детермінованій постановці та в умовах невизначеності

Тема 3.1. Теоретичні положення методів оптимізації для одного класу комбінаторних задач в умовах невизначеності.

Тема 3.2. Транспортна задача в умовах невизначеності.

Тема 3.3. Багатоцільове лінійне програмування в детермінованій постановці та в умовах невизначеності.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Худсон Д. Статистика для физиков: Лекции по теории вероятностей и элементарной статистике / Д. Худсон. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1970. – 296 с.

2. Яровий А.Т., Страхов Є.М. Багатовимірний статистичний аналіз : навчально-методичний посібник для студентів математичних та економічних фахів. – Одеса: Астропринт, 2015. – 132 с.
3. Згуровский М.З., Павлов А.А. Труднорешаемые задачи комбинаторной оптимизации в планировании и принятии решений : Монография. – К.: «Наукова думка», 2016. – 716 с.
4. Zgurovsky M.Z., Pavlov A.A.: *Combinatorial Optimization Problems in Planning and Decision Making: Theory and Applications*, 1st edn. *Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 173. Springer, Cham (2019). doi: 10.1007/978-3-319-98977-8
5. Згуровский М.З., Павлов А.А. Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами: Монография. — К.: Наукова думка, — 2010. — 573 с.
6. Управление ресурсами распределенных проектов и программ : Монография // В. Н. Бурков, С. Д. Бушуев, А. М. Возный, А. Ю. Гайда, Т. Г. Григорян, А. А. Иванова, Н. Р. Кнырик, М. Э. Колесник, И. В. Кононенко, К. В. Кошкин, А. А. Павлов, С. С. Рыжков, А. С. Рыжков, С. О. Слободян, Х. Танака, С. К. Чернов. – Николаев : издатель Торубара В. В., 2015. – 386 с.
7. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с. ISBN 978-966-657-730-9. – Режим доступу: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/68212/1/Lavrov_matematychni_metody.pdf
8. Павлов А.А., Калашник В.В., Коваленко Д.А. Построение многомерной полиномиальной регрессии. Регрессия с повторяющимися аргументами во входных данных // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: «ВЕК+», 2015. – №62. – с. 57–61. – Режим доступу: http://it-visnyk.kpi.ua/?page_id=2812
9. Павлов А.А., Калашник В.В. Рекомендации по выбору зоны проведения активного эксперимента для одномерного полиномиального регрессионного анализа // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: «ВЕК+», 2014. – №60. – с.41–45. – Режим доступу: http://it-visnyk.kpi.ua/?page_id=2435
10. Павлов А.А., Головченко М.М. Построение одномерной и многомерной полиномиальной регрессии по избыточному описанию с использованием активного эксперимента // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, – № 1(3), 2020. – С.9-13. – Режим доступу: <http://samit.khpi.edu.ua/article/view/2079-0023.2020.01.02>
11. Павлов А.А. Модели и алгоритмы многоцелевого линейного программирования // Проблемы управления и информатики. – 2020. – № 6. – С.5–15.
12. Павлов А.А., Жданова Е.Г. Транспортная задача в условиях неопределенности // Проблемы управления и информатики. – 2020. – № 2. – С. 34-45.
13. Павлов А.А., Жданова Е.Г. Нахождение компромиссного решения транспортной задачи в условиях неопределенности // Межведомственный научно-технический журнал «Адаптивные системы автоматического управления». – 2020. – №1 (36). – С. 60-72. / Pavlov A.A., Zhdanova E.G. Finding a compromise solution to the transportation problem under uncertainty // Interdepartmental scientific-technical journal «Adaptive systems of automatic control». – 2020. – №1 (36). – P. 60-72. – Режим доступу: <http://asac.kpi.ua/article/view/209764>
14. Павлов О.А. Оптимізація для одного класу комбінаторних задач в умовах невизначеності / Pavlov A.A. Optimization for one class of combinatorial problems under uncertainty // Адаптивні системи автоматичного управління : міжвідомчий наук.-техн. збірник. – К.: НТУУ «КПІ». – 2019. – Том 1. – № 34 – С. 81-89. – Режим доступу: <http://asac.kpi.ua/article/view/178233>
15. Павлов О.А. Комбінаторна оптимізація в умовах невизначеності та формальні моделі експертного оцінювання / Pavlov A.A. Combinatorial optimization under uncertainty and formal models of expert estimation // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, №1, 2019, С. 3-7. – Режим доступу: <http://samit.khpi.edu.ua/article/view/2079-0023.2019.01.01>

Додаткова література:

16. Павлов А.А. Долгосрочное пооперационное планирование мелкосерийного производства в условиях неопределенности (теория и практика) / Pavlov A.A.: Long-term operational planning of a small-series production under uncertainty (theory and practice). In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education III. ICCSEEA 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1247, pp. 167-180. Springer, Cham (2021). doi: 10.1007/978-3-030-55506-1_15
17. Павлов О.А., Муха І.П., Гавриленко О.В., Рыбачук Л.В., Ліщук К.І. Лінійні моделі планування з використанням узагальненої виробничої моделі Леонтьєва і ресурсних обмежень / Pavlov A., Mukha I., Gavrilenko O., Rybachuk L., Lishchuk K.: *Linear Planning Models Using Generalized Production Model of Leontief and Resource Constraints*. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. // The Fourth International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications ICCSEEA 2021, 23–24 January 2021, Kiev, Ukraine*.

Усі потрібні матеріали розміщені разом з лекційним матеріалом на хмарному диску викладача, до якого надано доступ за посиланням, що наведено на початку силабусу. Книгу [1] можна отримати у бібліотеці КПІ ім. Сікорського.

– Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тип навчального заняття	Опис навчального заняття
Розділ 1. Математичні моделі побудови багатовимірної поліноміальної регресії з використанням активного експерименту		
1.	Лекція 1.1	Вивчення теми 1.1. Загальні теоретичні положення побудови одновимірної поліноміальної регресії [1, 2].
2.	Лабораторна робота 1.1	Завдання: побудова одновимірної поліноміальної регресії.
3.	Лекція 1.2	Вивчення теми 1.2. Додаткові властивості нормованих ортогональних поліномів Форсайта для побудови одновимірної поліноміальної регресії [3–5, 8, 9].
4.	Лабораторна робота 1.2	Завдання: побудова багатовимірної поліноміальної регресії за надлишковим описом.
5.	Лекція 1.3	Вивчення теми 1.3. Теоретичні основи побудови багатовимірної поліноміальної регресії за надлишковим описом з використанням активного експерименту [3–5].
6.	Лабораторна робота 1.3	Завдання: побудова багатовимірної поліноміальної регресії за надлишковим описом з використанням активного експерименту.
7.	Лекція 1.4	Вивчення теми 1.4. Побудова багатовимірної поліноміальної регресії за надлишковим описом з використанням активного експерименту та модифікованими методами кластерного аналізу [10].
8.	Лабораторна робота 1.4	Завдання: використання кластерного аналізу для побудови багатовимірної поліноміальної регресії.
Розділ 2. Прийняття рішень в умовах невизначеності		
9.	Лекція 2.1	Вивчення теми 2.1. Модифікований метод Терстоуна. Класичний метод аналізу ієрархій Сааті [5, 6].

10.	Лабораторна робота 2.1	Завдання: знаходження оцінок вагових коефіцієнтів за емпіричною матрицею парних порівнянь класичним методом Сааті.
11.	Лекція 2.2	Вивчення теми 2.2. Модифікований метод аналізу ієрархій Сааті [3–6].
12.	Лабораторна робота 2.2	Завдання: знаходження оцінок вагових коефіцієнтів за емпіричною матрицею парних порівнянь класичним та модифікованим методом аналізу ієрархій методом Сааті.
Розділ 3. Векторна та скалярна оптимізація в детермінованій постановці та в умовах невизначеності		
13.	Лекція 3.1	Вивчення теми 3.1. Теоретичні положення методів оптимізації для одного класу комбінаторних задач в умовах невизначеності [7, 14, 15].
14.	Лекція 3.2	Вивчення теми 3.2. Транспортна задача в умовах невизначеності [12, 13].
15.	Лабораторна робота 3.1	Завдання: дослідження однопродуктової транспортної задачі в умовах невизначеності
16.	Лабораторна робота 3.2	Завдання: дослідження багатодуктової транспортної задачі в умовах невизначеності
17.	Лекція 3.3	Вивчення теми 3.3. Багатоцільове лінійне програмування в детермінованій постановці та в умовах невизначеності [11].
18.	Лабораторна робота 3.3	Завдання: дослідження багатоцільового лінійного програмування в детермінованій постановці та в умовах невизначеності.
19.	Модульна контрольна робота	Перевірка знань за викладеним лекційним матеріалом.

Матеріали для вивчення дисципліни розміщені викладачем у хмарному сховищі, посилання на яке вказано на початку силабусу та яке слухачі отримують на початку семестру.

В умовах дистанційного навчання 2021-2022 н.р. усі види занять, у тому числі лекційні та контрольні заходи, проводяться в системі відеоконференцій Zoom із використанням презентаційних функцій та з можливістю оборотного зв'язку. На лекціях проводяться експрес-опитування, які дають можливість лектору отримати інформацію про якість засвоєння матеріалу та, за необхідності, розглянути більш детально складний матеріал.

Лабораторні роботи виконуються здобувачами з використанням будь-якої мови програмування та програмного забезпечення. Для виконання кожної лабораторної роботи здобувачу надається не більше 2 тижнів.

Модульна контрольна робота містить завдання з перевірки викладеного лекційного матеріалу.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Матеріали для самостійного вивчення дисципліни розміщені викладачем в електронному вигляді на хмарному диску викладача, до якого надано доступ за посиланням, що наведено на початку силабусу. До самостійної роботи аспіранта відносяться, в основному, виконання завдання лабораторних робіт, опрацювання лекційного теоретичного матеріалу за наданим конспектом лекцій та самостійне вивчення статей з додаткової літератури [16, 17], які присвячені використанню викладеної теорії у конкретних предметних областях математичної економіки. Здобувач повинен скласти короткий огляд отриманих у статтях результатів та створених нових моделей оптимізації.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Форми організації освітнього процесу, види навчальних занять і оцінювання результатів навчання регламентуються Положенням про організацію освітнього процесу в Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті імені Ігоря Сікорського».

Політика виставлення оцінок: кожна оцінка виставляється відповідно до розроблених викладачем та заздалегідь оголошених аспірантам критеріїв, а також мотивується в індивідуальному порядку на вимогу аспіранта; у випадку не виконання аспірантом усіх передбачених навчальним планом видів занять (лабораторних робіт, тесту) до заліку він не допускається.

Відвідування є обов'язковим (за винятком випадків, коли існує поважна причина). Якщо аспірант не може бути присутнім на заняттях, він все одно несе відповідальність за вивчення матеріалу та виконання лабораторних робіт.

Порядок зарахування пропущених занять. Відпрацювання пропущеного заняття з лекційного курсу здійснюється шляхом підготовки і захисту реферату за відповідною темою у вигляді презентації. Захист реферату відбувається відповідно до графіку консультацій викладача, з яким можна ознайомитись на кафедрі. Відпрацювання пропущеного лабораторного заняття здійснюється шляхом самостійного виконання завдання і його захисту відповідно до графіку консультацій викладача.

Політика академічної поведінки та доброчесності: конфліктні ситуації мають відкрито обговорюватись в академічних групах з викладачем, необхідно бути взаємно толерантним, поважати думку іншого. Плагіат та інші форми нечесної роботи неприпустимі. Всі лабораторні завдання аспірант має виконати самостійно із використанням рекомендованої літератури й отриманих знань та навичок. Цитування в письмових роботах допускається тільки із відповідним посиланням на авторський текст. Недопустимі підказки і списування у ході захисту лабораторних робіт та на модульній контрольній роботі.

Норми академічної етики: дисциплінованість; дотримання субординації; чесність; відповідальність; робота в аудиторії з відключеними мобільними телефонами. Повага один до одного дає можливість ефективніше досягати поставлених командних результатів. При виконанні лабораторних робіт аспіранту потрібен ноутбук. Якщо ви використовуєте ноутбук чи телефон для аудіо- чи відеозапису, необхідно заздалегідь отримати дозвіл викладача.

Дотримання академічної доброчесності аспірантів й викладачів регламентується кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

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

Поточний контроль: експрес-опитування, модульна контрольна робота, завдання лабораторних робіт.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог робочої програми.

Семестровий контроль: залік

Умова отримання заліку: семестровий рейтинг не менш, ніж 60 балів.

Семестровий рейтинг аспіранта складається з балів, які він отримує за результатами виконання та захисту лабораторних робіт та модульної контрольної роботи.

Система рейтингових балів. Практичні навички аспіранта оцінюються за результатами захисту виконаних завдань лабораторних робіт. Оцінка за невчасне виконання та захист лабораторної роботи (з більше, ніж двотижневою затримкою) знижується на 1 бал за кожний наступний тиждень. Сумарна оцінка практичних навичок визначається за формулою: $L = \sum L_i$, де L_i – бал за i -ту лабораторну роботу.

Максимальний бал за успішне та вчасне виконання та захист кожної лабораторної роботи дорівнює 10. Сумарний бал за виконання ЛР складає **90 балів**. Критерії оцінювання лабораторних робіт включають якість її виконання, захисту та відповідей на запитання. Якість виконання лабораторної роботи оцінюється в залежності від правильності виконання завдання та інформативності звіту.

Максимальний бал за успішне та вчасне виконання та захист модульної контрольної роботи дорівнює **10**. Критерії її оцінювання включають якість виконання, захисту та відповідей на запитання.

Підсумкова оцінка формується за результатами оцінювання знань та навичок аспіранта в семестрі за формулою: $S = L + M$, де L – сумарна оцінка практичних навичок за ЛР, M – бал за модульну контрольну роботу.

Підсумкова оцінка переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею 1.

Таблиця 1 – Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професор кафедри АСОІУ, д.т.н., професор Павлов Олександр Анатолійович

Ухвалено кафедрою АСОІУ (протокол № від . 06.2021р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № від . 06.2021р.)