



Національний
університет
"Київський політехнічний
інститут імені Ігоря
Сікорського"



технічнийКафедра біомедичної
Україникібернетики

БІОМЕДИЧНА КІБЕРНЕТИКА.

Частина 2. Методи моделювання складних систем і процесів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Комп'ютерні технології в біології та медицині
Статус дисципліни	обов'язкова (нормативна)
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС (120 год.), з них лекції 18 год., практичні 18 год., лабораторні роботи: 36 год, самостійна робота 48 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік. Модульна контрольна робота.
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лекції і практичні роботи: к.т.н., доцент, Павлов Володимир Анатолійович, 050-559-79-54; Pavlov.Volodymyr@lil.kpi.ua Лабораторні роботи: старший викладач, Бовсуновська Катерина Сергіївна, bmk-bks-fbmi@lil.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/

Програма навчальної дисципліни

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

Основою вивчення кредитного модуля є - процес навчання і підготовки фахівця зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за ОПП «Комп'ютерні технології в біології та медицині» другого (магістерського) рівня вищої освіти ступеня магістра-професіонала який дозволить

використовувати методи біомедичної кібернетики для моделювання складних процесів та систем зокрема:

- Застосовувати методи групового урахування аргументів для створення моделей прогнозу, відкриття законів, класифікаційних моделей та застосування для причинно-наслідкового аналізу складних систем та процесів.
- Моделювати нелінійні процеси та складні системи біомедичної природи.
- Проектувати та реалізовувати програмні продукти, для практичного застосування математичних моделей.
- Аналізувати властивості та ефективність побудованих математичних моделей.

Дисципліна є нормативною, для її вивчення необхідні знання основ теорії ймовірності, інтелектуального аналізу даних, дослідження операцій та методів оптимізації у біології та медицині.

Загальні компетентності:

ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК 2 Здатність формалізувати предметну область певного проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

СК3 Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.

СК 12 Здатність використовувати метод індуктивного моделювання МГУА для автоматичної побудови моделей складних процесів та систем медико-біологічної природи; використовувати ідеї, методи та технічні засоби біомедичної кібернетики для створення систем автоматизованого прогнозу стану об'єктів.

Програмні результати навчання:

РН 2 Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.

РН 6 Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.

РН 8 Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великими).

РН 11 Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.

РН 16 Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук.

РН 26 Використовувати метод індуктивного моделювання МГУА для розв'язання задачі побудови складних процесів та систем медико-біологічної природи.

РН 27 Використовувати технології обчислювального інтелекту при розробці систем прийняття рішень та інтелектуальних інформаційних систем.

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

В структурно-логічній схемі програми підготовки фахівця навчальна дисципліна входить до переліку нормативних дисциплін, циклу загальної підготовки.

Пререквізити. Навчальна дисципліна базується на дисциплінах з підготовки «бакалавр» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за спеціалізацією «Комп'ютерні технології в біології та медицині»: «Теорія біомедичних сигналів», «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси і

математична статистика», «Математичний аналіз», «Інтелектуальний аналіз даних», «Обробка та аналіз біомедичних даних».

Постреквізити. Навчальна дисципліна забезпечує виконання курсової роботи з дисципліни та є основою для підготовки магістерських дисертацій за спеціальністю та в подальшій практичній роботі за фахом.

3. Зміст навчальної дисципліни

Основні розділи та теми, що розглядатимуться в процесі вивчення курсу:

Тема 1 Вступ у дисципліну

- 1.1. Особливості завдань біомедичної кібернетики.
- 1.2. Етапи синтезу та аналізу в процедурах моделювання біомедичних об'єктів.

Тема 2. Етап аналізу об'єкту.

- 2.1. Закономірності декомпозиції об'єкта. Моделестворюючі гіпотези.
- 2.2. Структурний синтез та елементний склад рівня ієрархії системи.
- 2.3. Одержання матриць об'єкт-властивості спостережень об'єкта.

Тема 3. Етап чинно-наслідкового аналізу даних об'єкту. Задачі аналізу.

- 3.1 Побудова елементарних статистичних чинно-наслідкових зв'язків системи.
- 3.2 Визначення множини екзогенних змінних системи.
- 3.3. Побудова чинно-наслідкових фільтрів для моделювання вихідних змінних системи.
- 3.4. Побудова чинно-наслідкових графів, матриць суміжності, аналіз чинно-наслідкових структур системи.

Тема 4. Методи встановлення чинно-наслідкового зв'язку системи процесів.

- 4.1. Чинно-наслідковий аналіз за допомогою взаємоковаріаційних функцій.
- 4.2. Чинно-наслідковий аналіз процесів по Грейнджеру.
- 4.3. Нелінійний чинно-наслідковий аналіз.

Тема 5. Методи індуктивного моделювання. Огляд підходів.

- 5.1. Методи моделювання з явним штрафом за складність моделі.
- 5.2 Методи моделювання з неявним штрафом за складність моделі.

Тема 6. Характеристика основних методів індуктивного моделювання.

- 6.1. Методи індуктивного моделювання при відомих характеристиках шуму.
- 6.2. Методи індуктивного моделювання в умовах невизначеності шуму..

Тема 7. Теорія методу групового урахування аргументів .

7.1 Метод групового урахування аргументів (МГУА) в контексті методів індуктивного моделювання, основоположні принципи МГУА.

7.2. Варіації алгоритмів МГУА для різних задач моделювання (апроксимація, прогноз, закони, класифікація).

Тема 8. Перебірні алгоритми МГУА.

- 8.1. Комбінаторні алгоритми МГУА.
- 8.2. Алгоритми МГУА з направленим перебором.
- 8.3 Багаторядний, комбінаторний у вузлах алгоритм МГУА.

Тема 9. Ітераційні алгоритми МГУА.

- 9.1. Релаксаційний алгоритм МГУА.
- 9.2. Рекурентний адитивно-мультиплікативний алгоритм МГУА.

Тема 10. Огляд перспектив розвитку методів індуктивного моделювання.

10.1. Задачі класифікації динамічних об'єктів.

10.2. Застосування чинно-наслідкового аналізу для розв'язання задач класифікації.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Потреби освітнього компонента відносно спеціального матеріально-технічного та інформаційного забезпечення: мультимедійне обладнання; доступ до мережі Internet. При дистанційному / змішаному режимі навчання використовуються сервіси Zoom/Google meet/Classroom.

Базова література

1. Методи моделювання складних систем і процесів: навчальний посібник: для здобувачів ступеня магістр за освітньою-професійною програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині» спеціальності 122 Комп'ютерні науки [Електронний ресурс] / [Є.А. Настенко, В.А. Павлов, О.К. Городецька, Г.А. Корнієнко] / Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022, 144 С. - Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/50988/1/Metody_modeliuvannia.pdf

2. Перебірні алгоритми індуктивного моделювання на основі генетичних операторів [Текст] : [монографія] / О. Г. Мороз, В. С. Степашко ; Акад. наук України, М-во освіти і науки України, Міжнар. наук.-навч. центр інформ. технологій та систем. - Київ : Освіта України, 2021. - 216 с. : рис., табл. - Бібліогр. в кінці розд. - 300 прим. - ISBN 978-617-7993-40-6

3. Обод І. І., Заволодько Г. Е., Свид І. В. Математичне моделювання систем: навч. посіб. Для студентів спеціальностей «Комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». Харків : Друкарня МАДРИД, 2019. 268 с. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/42912/1/Book_2019_Obod_Matematychnye_mod_eliuvannia.pdf

4. Hrishko D., Trofymenko O., Nosovets O., Bovsunoskaja K., Dykan I., Tarasiuk B. Pavlov V., Nastenko Ie. Optimal Complexity Structures of Ultrasound Image Models in Diagnostic Decision-Making System// Proceedings of the XVI IEEE International Conference CSIT-21& International Workshop on Inductive Modeling. Lviv, UKRAINE, 23-26 September, 2021 P. 390-393. ISBN 978-1-6654-4257-2 <https://ieeexplore.ieee.org/document/9648686>

Допоміжна література

1. Степашко В.С., Єфіменко С.М., Савченко Є.А. Комп'ютерний експеримент в індуктивному моделюванні. – Київ: Наукова думка. – 2014. – 222 с.

2. Ітераційні алгоритми індуктивного моделювання [Текст] : [монографія] / В. С. Степашко, О. С. Булгакова, В. В. Зосімов ; НАН України, Міжнар. наук.-навч. центр інформ. технологій та систем. - Київ : Наукова думка, 2018. - 189, [1] с. : рис., табл. - (Проект "Наукова книга"). - Бібліогр.: с. 180-187. - 200 прим. - ISBN 978-966-00-1610-1

3. Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В. Моделювання та оптимізація систем: підручник/[Дубовой В. М., Кветний Р.Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] – Вінниця : ПП «ТД Еднльвейс», 2017. –804 с.

4. Yuri Zaychenko, Problem Of Fuzzy Portfolio Optimization Under Uncertainty And Its Solution With Application Of Forecasting Methods . Scholar Press.- 2015.- 54 p

5. Davydko O., Hladkyi Y., Linnik M., Nosovets O., Pavlov V., Nastenko Ie. / Hybrid Classifiers Based on CNN, LSOE, GMDH in COVID-19 Pneumonic Lesions Types Classification Task // Proceedings of the XVI IEEE International Conference CSIT-21& International Workshop on Inductive Modeling. Lviv, UKRAINE, 23-26 September, 2021 P. 380-384. ISBN 978-1-6654-4257-2 <https://ieeexplore.ieee.org/document/9648752>

6. Madala, H. R., Ivakhnenko, A.G. Inductive learning algorithms for complex systems modeling. - New York: Boca Raton, CRC Press, 1994. - 384 с.

7. Matviichuk O., Nosovets O., Linnik M., Davydko O., Pavlov V., Nastenko Ie. / Class-Oriented Features Selection Technology in Medical Images Classification Problem on the Example of Distinguishing Between Tuberculosis Sensitive and Resistant Forms// Proceedings of the XVI IEEE International Conference CSIT-21& International Workshop on Inductive Modeling. Lviv, UKRAINE, 23-26 September, 2021 P. 385-389.ISBN 978-1-6654-4257-2
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9648747>

Інформаційні ресурси мережі Інтернет

1. Concepts and Features: [Електронний ресурс]. – Режим доступу :
<https://gmdhsoftware.com/docs/concepts>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1 Розподіл навчального часу за темами курсу та календарний план їх проведення

5.2. Лекційні заняття

Перелік дидактичних засобів на лекції: Електронний конспект лекцій

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Вступ у дисципліну Особливості завдань біомедичної кібернетики. Етапи синтезу та аналізу в процедурах моделювання біомедичних об'єктів Етап аналізу об'єкту Закономірності декомпозиції об'єкту. Моделестворюючі гіпотези. Структурний синтез та елементний склад рівня ієрархії системи. Одержання матриць об'єкт-властивості спостережень об'єкту
2	Етап чинно-наслідкового аналізу даних об'єкту. Задачі аналізу Побудова елементарних статистичних чинно-наслідкових зв'язків системи Визначення множини екзогенних змінних системи Побудова чинно-наслідкових фільтрів для моделювання вихідних змінних системи Побудова чинно-наслідкових графів, матриць суміжності, аналіз чинно-наслідкових структур системи.
3	Методи встановлення чинно-наслідкового зв'язку системи процесів Чинно-наслідковий аналіз за допомогою взаємо-коваріаційних функцій Чинно-наслідковий аналіз процесів по Грейнджеру
	Нелінійний чинно-наслідковий аналіз

4	<p>Методи індуктивного моделювання. Огляд підходів Методи моделювання з явним штрафом за складність моделі Методи моделювання з неявним штрафом за складність моделі</p>
5	<p>Характеристика основних методів індуктивного моделювання Методи індуктивного моделювання при відомих характеристиках шуму Методи індуктивного моделювання в умовах невизначеності шуму.</p>
6	<p>Теорія методу групового урахування аргументів МГУА в контексті методів індуктивного моделювання, основоположні принципи МГУА Варіації алгоритмів МГУА для різних задач моделювання (апроксимація, прогноз, закони, класифікація)</p>
7	<p>Перебірні алгоритми МГУА Комбінаторні алгоритми МГУА Алгоритми МГУА з направленим перебором Багаторядний, комбінаторний у вузлах алгоритм МГУА</p>
8	<p>Ітераційні алгоритми МГУА Релаксаційний алгоритм МГУА Рекурентний адитивно-мультиплікативний алгоритм МГУА</p>
9	<p>Огляд перспектив розвитку методів індуктивного моделювання Задачі класифікації динамічних об'єктів 9.2. Застосування чинно-наслідкового аналізу для вирішення задач класифікації</p>

5.3. Практичні заняття, Лабораторні роботи

1. Визначення множини екзогенних змінних системи.
2. Побудова чинно-наслідкових фільтрів для моделювання вихідних змінних системи.
3. Побудова чинно-наслідкових графів, матриць суміжності, аналіз чинно-наслідкових структур системи.
4. Чинно-наслідковий аналіз за допомогою взаємо-коваріаційних функцій.
5. Аналіз часових рядів методами МГУА.
6. Застосування комбінаторних алгоритмів МГУА.
7. Застосування алгоритмів МГУА з направленим перебором.
8. Розв'язання задачі класифікації динамічних об'єктів.
9. Створення програмних засобів для експериментального дослідження моделей процесів за результатами МГУА.

5.4. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента в об'ємі 51 години включає вивчення лекційного матеріалу до наступної лекції, формування відповідей на контрольні питання по вивченому розділу, підготовку до практичних занять по тематиці, прослуханій на попередній лекції та підготовку до модульної контрольної роботи.

Важливим компонентом самостійної роботи є виконання курсового проєкту (як окрема навчальна дисципліна) по узгодженій з викладачем тематиці.

Студентів заохочують до дослідницької та практичної роботи та оприлюднення її результатів, в науково-практичних конференціях або друці статей в фаховому журналі «Біомедична інженерія» (фаховий журнал категорії Б на факультеті біомедичної інженерії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки).

Студенти разом з викладачем визначаються з тематикою тез/статей, доступною літературою та інформаційними ресурсами /матеріалами.

Тема курсової роботи може бути розглянута як частина дипломної роботи студента, а публікація по ній буде врахована на захисті дипломної роботи. Публікація дає додаткові бали студенту.

Також під керівництвом викладача студенти ознайомлюються з вимогами оформлення та подають тези/статті до конференції/журналу.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекційних занять не є обов'язковим. Відвідування практичних занять є бажаним, оскільки на них відбувається написання експрес-контрольних робіт / тестових завдань, а також відбувається захист практичних робіт.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Пропущені контрольні заходи (захист практичних робіт) обов'язково відпрацьовуються на наступних заняттях за умови виконання завдання, яке заплановано на поточному занятті, або на консультаціях.

Пропущення написання модульної контрольної роботи та експрес-контрольних не відпрацьовуються.

Модульна контрольна робота, яка подається на перевірку з порушенням терміну виконання, оцінюється зі зменшенням кількості вагових балів.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали*	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Вдосконалення практичних робіт	1 бал (за кожну практичну роботу)	Несвоечасне виконання та захист практичної роботи	Від -0,5 бали до -5 балів (залежить від терміну здачі)

Проходження дистанційних курсів за темами, які погоджено з викладачами	5 балів	Несвоєчасне виконання та здача реферату	Від -2 балів до -20 балів (залежить від терміну здачі)
Оформлення наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт	10 балів		
Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	5 балів		

* якщо контрольний захід був пропущений з поважної причини (хвороба, яка підтверджена довідкою встановленого зразку) – штрафні бали не нараховуються.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студент має право оскаржити результати контрольного заходу згідно затвердженого положення Про апеляції в КПІ імені Ігоря Сікорського (затверджено наказом №НОН/128/2021 від 20.05.2021 р.) - <https://osvita.kpi.ua/index.php/node/182>

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Дистанційне навчання

Дистанційне навчання відбувається через Платформу дистанційного навчання «Сікорський».

Дистанційне навчання через проходження додаткових онлайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

Виконання практичних робіт, а також виконання реферату, здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі (з можливістю консультування з викладачем через електронну пошту, соціальні мережі).

Навчання іноземною мовою

Навчання англійською мовою здійснюється лише для студентів-іноземців.

За бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійських онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

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

Система оцінювання (поточний контроль):

Календарний контроль (КК) - проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Метою проведення календарного контролю є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій		Перший КК	Другий КК
Термін календарних контролів		8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання позитивного результату з календарного контролю	Поточний рейтинг	≥ 24 бали	≥ 40 балів
	Виконання практичних робіт	+	+
	Модульна контрольна робота	Оцінена МКР	-

У разі виявлення академічної не добросовісності під час навчання – контрольний захід не зараховується.

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 32$
2	Захищено всі практичні роботи	Більше 0 балів
3	Написання модульної контрольної роботи	Більше 10 балів

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (е-поштою). Також фіксуються в системі «Електронний кампус» Необов'язкові умови допуску до заліку:

1. Активність на практичних заняттях.
2. Позитивний результат першого та другого календарних контролів.
3. Відвідування лекційних занять.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до оцінки згідно з таблицею:

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Дистанційне навчання

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій).

Інклюзивне навчання

Допускається

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцентом каф. БМК, к.т.н., доцент, **Павловим Володимиром Анатолійовичем** старшим викладачем кафедри біомедичної кібернетики, **Бовсуновською Катериною Сергіївною**

Ухвалено: кафедрою біомедичної кібернетики (протокол № 18 від 24.06.2024 р.)

Погоджено: Методичною комісією факультету біомедичної інженерії (протокол № 9 від 26.06.2024р.)