Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Відділ природних ресурсів

Байєсівський аналіз даних у дослідженні динамічних систем та процесів

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	***Третій (освітньо-науковий)***
Галузь знань	*Галузь науки 12 – Інформаційні технології*
Спеціальність	*122 Комп'ютерні науки*
Освітньо-наукова програма	*Інформаційні технології*
Статус дисципліни	*Вибіркова*
Форма навчання	*очна(денна)*
Рік підготовки, семестр	*2 курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*90 годин / 3 кредити ЄКТС* *(лекції – 20 год., практичні заняття – 10 год., СРС – 60 год.)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*залік, модульна контрольна робота*
Розклад занять	*2 год лекційних та 1 год практичних занять на тиждень*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції та практичні заняття проводить: *д.т.н., професор, Трофимчук Олександр Миколайович*
о	https://classroom.google.com/c/ODQ2NTQyMzQwODAy?cjc=6zqm242s

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Байєсівський аналіз даних у дослідженні динамічних систем та процесів" *спрямована на ознайомлення аспірантів із сучасними підходами побудови ймовірнісно-статистичних моделей байєсівського типу та застосування обчислювальних методів, комп'ютерного моделювання для розв'язання задач підготовки даних, математичного моделювання, прогнозування, оцінювання ризиків в умовах наявності невизначеності. Ці методи можуть бути використані для розв'язання задач дисертаційного дослідження.*

Мета: *формування у аспірантів загальних та фахових компетентностей, застосовувати обчислювальні методи та розробляти математичні та комп'ютерні моделі для розв'язання прикладних та дослідницьких задач в галузі фінансово-економічного аналізу, сталого розвитку, враховувати сучасні тенденції розвитку прикладної математики для розв'язання задач моделювання складних систем, прогнозування нелінійних та нестаціонарних процесів, менеджменту фінансових ризиків.*

Предмет вивчення *– методи байєсівського аналізу даних, ймовірнісно-статистичні, комп'ютерні моделі*

Програмні результати навчання:

Загальні компетентності

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК06. Здатність до набуття концептуальних та методологічних знань в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності, використання спеціалізованих умінь/навичок і методів, необхідних для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики, безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

Спеціальні (фахові) компетентності

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямах і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

СК02. Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності.

СК03. Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні завдання та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК06. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій

СК08. Здатність дотримуватись академічної та професійної доброчесності, морально-етичних правил поведінки, етики досліджень в академічному середовищі

Програмні результати навчання

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямах.

ПРН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи

ПРН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну

практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів

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

Дисципліна «Байєсівський аналіз даних у дослідженні динамічних систем та процесів» вивчається у весняному семестрі другого курсу, тому для успішного засвоєння дисципліни необхідні знання з дисциплін «Стан та перспективи розроблення інформаційних технологій та комп'ютерних систем» та «Сучасні методи, моделі та технології оброблення даних в інформаційно-комунікаційних системах». Для вивчення дисципліни «Байєсівський аналіз даних у дослідженні динамічних систем та процесів» аспірант має бути знайомий з основами постановки задач та методами математичного моделювання, обчислювальними методами, методикою проведення чисельних експериментів та оброблення даних, розробляти комп'ютерні моделі та реалізовувати їх в спеціалізованих середовищах і створювати власні розробки використовуючи сучасні мови програмування, розробляти, аналізувати та застосовувати знання з різних предметних галузей.

На результатах навчання з дисципліни «Байєсівський аналіз даних у дослідженні динамічних систем та процесів» базуються такі освітні компоненти, як написання дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Особливості ймовірнісно-статистичного аналізу даних.
Тема 2. Альтернативні формулювання теореми Байєса та їх використання.
Тема 3. Оцінювання (вибір) апріорних розподілів.
Тема 4. Алгоритми Монте-Карло для марковських ланцюгів в байєсівському аналізі даних.
Тема 5. Байєсівське оцінювання станів і параметрів та прогнозування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. *Бідюк П.І., Калініна І.О., Гожий О.П. Байєсівський аналіз даних (монографія). – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2021. – 208 с. – Режим доступу:*
2. *https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/526*
3. *Згуровський М.З., Бідюк П.І., Терентьєв О.М., Просянкіна-Жарова Т.І. Байєсівські мережі в СППР (навчальний посібник). – Київ: Едельвейс, 2013. – 300 с.*
4. *Трофимчук О.М., Бідюк П.І., Терентьєв О.М., Просянкіна-Жарова Т.І. Математичне моделювання, інтелектуальний аналіз даних та штучний інтелект для підтримки прийняття рішень з повоєнного відновлення // Екологічна безпека та природокористування. – 2025. – вип. 3 (55). – с. 33-49. – ISSN: 2411-4049. – https://doi.org/10.32347/2411-4049.2025.3.33-49*
5. *Трофимчук О.М., Бідюк П.І., Просянкіна-Жарова Т.І., Терентьєв О.М. Інформаційна технологія збору та оброблення даних для викорис-тання у системі підтримки прийняття рішень в сфері національної безпеки // Колективна монографія за матеріалами XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 11-12 листопада 2025 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2025. – 17-20 с. – ISBN 978-617-8335-1. – https://itgip.org/wp-content/uploads/2025/11/1_zbirka_2025_dlja-sajtu.pdf*

Додаткова література

6. *Бідюк П. І., Терентьєв О. М., Просянкіна-Жарова Т.І. Інформаційна технологія побудови прогнозів функціонування об'єктів критичної інфраструктури в умовах кризової ситуації*

// Колективна монографія за матеріалами XXII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 14-15 листопада 2023 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2023. – 114-117 с. – ISBN 978-617-7854-58-5. – https://itgip.org/informaczijno-komunikaczijni-tehnologiyi-dlya-peremogy-ta-vidnovlennya/

7. *Трофимчук О. М., Бідюк П. І., Терентьєв О. М., Просянкіна-Жарова Т.І. Застосування методики аналізу подібності часових рядів для прогнозування процесів різних типів в умовах інформаційної невизначеності // Колективна монографія за матеріалами XX Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: виклики 2021 року" (Київ, 04-08 жовтня 2021 р.). – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2021. – 19-25 с. – https://itgip.org/wp-content/uploads/2021/10/1_zbirka_2021.pdf*

Інформаційні ресурси

8. *UNDP. Global Climate Promise https://climatepromise.undp.org/news-and-stories/what-sustainable-transport-and-what-role-does-it-play-tackling-climate-change*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для лекційних занять використовуються пояснювально-ілюстративний метод та метод проблемного виконання, для проведення практичних занять використовується дослідницький метод навчання: викладач ставить перед аспірантами проблему, і ті вирішують її самостійно або під керівництвом викладача.

За дистанційної форми навчання заняття проводять за допомогою платформи для проведення онлайн-зустрічей Zoom

№ п/п	Змістові модулі / теми	Кількість годин, відведених на:			Термін виконання
		лекції	практичні заняття	сам. робота.	
1	2	3	4	5	6
Т1	*Назва теми 1* **Особливості ймовірнісно-статистичного аналізу даних**. **Короткий зміст теми**: Розглядаються деякі методи ймовірнісно-статистичного аналізу даних, отриманих в результаті експериментів. Методологія байєсівського програмування.	4		12	1-й -3-й тижні
Т2	*Назва теми 2* **Альтернативні формулювання теореми Байєса та їх використання.** **Короткий зміст теми**. Формулюється теорема Байєса для довільних дискретних подій, для дискретних даних і дискретних моделей, неперервних даних і дискретного параметра, для неперервних даних і неперервного параметра. Подаються приклади їх застосування.	4	2	12	4-й -6-й тижні
Т3	*Назва теми 3* **Оцінювання (вибір) апріорних розподілів.** **Короткий зміст теми**. Розглядаються задачі і методи оцінювання (вибору) апріорних розподілів для параметрів і змінних з використанням байєсівської методології з подальшим	4	2	12	7-й -9-й тижні

	застосуванням байєсівського підходу до моделювання.				
Т4	*Назва теми 4* **Алгоритми Монте-Карло для марковських ланцюгів в байєсівському аналізі даних.** **Короткий зміст теми**. Подаються задачі оцінювання і прогнозування змінних і параметрів з використанням теорії марковських ланцюгів. Формулюються алгоритми оцінювання з використанням процедури Монте-Карло для марковських ланцюгів (МКМЛ).	4	2	12	10-й -12-й тижні
Т5	*Назва теми 5* **Байєсівське оцінювання станів і параметрів та прогнозування.** **Короткий зміст теми**. Формулюються алгоритми рекурсивного оцінювання станів і параметрів математичних (байєсівських) моделей на основі методів байєсівського програмування. Надаються ілюстрації застосування методів оцінювання.	4	2	12	13-й -15-й тижні
МКР	*Модульна контрольна робота*		2		15й тиждень
	Всього модуль	**20**	**10**	**60**	

5.1. Лекції

Лекційні заняття

№ з/п	*Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)*
Тема 1: ***Особливості ймовірнісно-статистичного аналізу даних***	
1	***Лекція 1. Типи ймовірнісно-статистичних моделей, що використовуються у байєсівському аналізі даних.*** *Означення ймовірнісно-статистичної моделі. Поняття структури байєсівської моделі та її оцінювання. Послідовність побудови ймовірнісно-статистичної моделі байєсівського типу.*
	Лекція 2. Методологія байєсівського програмування. Елементи байєсівської методології аналізу даних. *Структурні компоненти байєсівської методології аналізу даних. Особливості байєсівської методології аналізу даних та експертних оцінок. Порівняння класичного ймовірнісного аналізу даних та байєсівського підходу.*
Тема 2 ***Альтернативні формулювання теореми Байєса та їх використання.***	
3	***Лекція 3. Невизначеності у ймовірнісно-статистичному моделюванні****.* *Зв'язок аналізу невизначеностей з принципами системного аналізу.* *Типи невизначеностей, що зустрічаються у ймовірнісно-статистичному моделюванні. Ідентифікація невизначеностей, пов'язаних із статистичними даними та експертними оцінками. Аналіз невизначеностей у методології системного аналізу.*
4	***Лекція 4. Методи та процедури врахування невизначеностей у ймовірнісно-статистичному байєсівському моделюванні****.* *Розглядаються питання: врахування невизначеностей ймовірнісного типу. Статистичні невизначеності та їх врахування у процедурах моделювання. Точкове та інтервальне оцінювання та їх використання в аналізі невизначеності.*
Тема 3. ***Оцінювання (вибір) апріорних розподілів.***	

5	***Лекція 5. Теорема Байєса для дискретних даних і дискретних параметрів.*** *Формулювання теореми для дискретних даних і дискретних параметрів. Аналіз елементів теореми. Теорема для взаємодоповнюючих подій. Приклади застосування.*
6	***Лекція 6. Теорема Байєса для неперервних даних і дискретних параметрів. Формулювання, інтерпретація та можливості застосування.*** *Формулювання теореми для неперервних даних і дискретних параметрів. Аналіз та інтерпретація складових елементів теореми. Аналіз прикладів застосування.*
Тема 4. ***Алгоритми Монте-Карло для марковських ланцюгів в байєсівському аналізі даних.***	
7	***Лекція 7. Типи алгоритмів Монте-Карло у байєсівському аналізі даних. Суть імітаційного методу Монте-Карло для застосування в задачах оцінювання змінних.***
8	***Лекція 8. Побудова алгоритму Монте-Карло для марковських ланцюгів з використанням байєсівської методології оцінювання параметрів ймовірнісно-статистичних моделей.***
Тема 5 ***Байєсівське оцінювання станів і параметрів та прогнозування.***	
9	***Лекція 9. Байєсівські фільтри в задачах прогнозування. Принципи обробки даних з використанням байєсівських фільтрів.***
10	***Лекція 10. Прогнозування волатильності фінансових процесів із застосуванням байєсівських фільтрів. Побудова і застосування алгоритму прогнозування волатильності в одновимірному та багатовимірному випадках.***

5.2 Практичні роботи

Практичні заняття

№ з/п	*Назва теми заняття та перелік основних питань*
1	*Практичне заняття №1.* ***Методи обробки статистичних даних та експертних оцінок з використанням методології байєсівського аналізу.*** *Основні питання заняття: збір і підготовка даних до моделювання, масштабування і заповнення пропусків вимірів, фільтрація випадкових впливів, поняття невизначеності. Література: 1, 2*
2	*Практичне заняття №2.* ***Методика побудови ймовірнісно-статистичних моделей за фактичними даними. Аналіз багатовимірних розподілів.*** *Основні питання: кореляційний аналіз даних, обчислення взаємної інформації, формування матриць вимірів, оцінювання елементів структури моделей. Література: 1, 2*
3	*Практичне заняття №3.* ***Аналіз критеріальної бази байєсівського підходу до аналізу даних.*** *Основні питання: критерії аналізу якості статистичних та експериментальних даних, поняття інформативності вибірки, оцінювання якості фільтрації даних, аналіз адекватності моделей типу логіт і пробіт. Література: 1, 2*
4	*Практичне заняття №4.* ***Побудова прогнозних розподілів з використанням байєсівського підходу.*** *Основні питання: означення прогнозу, побудова функції прогнозування, типи оцінок прогнозів, критерії аналізу якості оцінок прогнозів. Література: 1, 2*
5	*Практичне заняття №5.* ***Побудова байєсівської мережі за експертними оцінками.***

	Основні питання: основні елементи мережі, оцінювання структури і параметрів байєсівської мережі, формулювання ймовірнісного висновку за мережею. Література: 1, 2

5.3 Самостійна робота студента/аспіранта

№	Вид самостійної роботи	Кількість годин (орієнтовно)
1.	Підготовка до аудиторних занять	15
2.	Побудова і використання функцій правдоподібності для оцінювання параметрів математичних моделей.	5
3.	Оцінювання параметрів ймовірнісно-статистичних моделей за допомогою методу Монте-Карло для марковських ланцюгів.	5
4.	Побудова узагальнених лінійних моделей з використанням байєсівського підходу до аналізу даних.	10
5.	Побудова функцій прогнозування на основі моделей байєсівського типу.	5
6	Побудова мережі Байєса для розв’язання задачі короткострокового прогнозування.	10
7	Формування звіту за результатами дослідження	10
	Всього	**60**

Політика та контроль

6 Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги, яких має дотримуватися студент в рамках даної дисципліни:

- правила відвідування занять: відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання та проводяться контрольні заходи (тести) з поточної оцінки самостійної роботи студентів з засвоєння поточного матеріалу. Останні є складовою частиною поточного рейтингу і проводяться тільки у день проведення відповідних лекцій та практичних занять. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентами практичних та контрольних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички;
- правила поведінки на заняттях: студент повинен брати участь у розв’язку задач, готувати короткі доповіді;
- захист практичних – захист відбувається у визначені терміні під час аудиторних занять;
- політика щодо академічної доброчесності– політика та принципи академічної доброчесності визначені у Етичному кодексі вченого Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України.

7 Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Семестровий контроль - залік. Рейтингова система оцінювання результатів навчання передбачає оцінювання заходів поточного контролю з дисципліни впродовж семестру. Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в

семестрі. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Для посилення зацікавленості здобувачів у якісному виконанні індивідуальних семестрових завдань, передбачених індивідуальним навчальним планом здобувача, рейтингову оцінку, у разі виконання залікової контрольної роботи, можна визначати як суму балів за залікову контрольну роботу та балів за індивідуальне семестрове завдання. У цьому випадку розмір шкали оцінювання залікової контрольної роботи зменшується на максимальне значення балів, передбачених за виконання відповідного індивідуального семестрового завдання.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, то здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

До відомості семестрового контролю викладач заносить рейтингові бали, отримані здобувачем у семестрі або за результатами виконання залікової контрольної роботи, та оцінку відповідно до цих балів

Критерії нарахування балів:

1. Практичні заняття оцінюються виходячи з максимальної кількості балів - 20 бали кожне:

– «відмінно» – 95 відсотків максимального балу;
– «добре» –75-95 відсотків максимального балу;
– «задовільно» – 60-75 відсотків максимального балу;
– «достатньо» – 50 відсотків – робота виконана, але не захищена.

Умови допуску до підсумкового контролю є зарахування усіх практичних робіт.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

– виконання практичних (лабораторних) робіт;
– виконання самостійної роботи.

За період вивчення дисципліни студент може набрати 100 балів. Їх розподіл між видами робіт наведено в таблиці 1

Таблиця 1

Бали за виконання	Номер практичної роботи або теми					Разом
	1	2	3	4	5	
Практичної роботи	10	10	10	10	10	100
Самостійної роботи	10	10	10	10	10	

2. Залікова контрольна робота оцінюється за такими критеріями:

– «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд;
– «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності);
– «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації. що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки);
– «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Залікова контрольна робота передбачається у вигляді тесту, критерії оцінювання тесту:

Кількість правильних відповідей	*Відсоток правильних відповідей*	*Оцінка за національною шкалою*	*Оцінка за шкалою ECTS*
48-50	*95-100*	*Відмінно*	*A*
41-47	*82-94*	*Дуже добре*	*B*
37-40	*75-81*	*Добре*	*C*
34-36	*69-74*	*Задовільно*	*D*
30-33	*60-68*	*Достатньо*	*E*
5-29	*10-13*	*Не задовільно*	*FX*

Відповідність рейтингових балів оцінкам за шкалою Інституту та *шкалою ECTS*

Рейтингова оцінка	*Оцінка за національною шкалою*	*Оцінка за шкалою ECTS*
90-100	*Відмінно*	*A*
82-89	*Дуже добре*	*B*
75-81	*Добре*	*C*
69-74	*Задовільно*	*D*
60-68	*Достатньо*	*E*
45-59	*Не задовільно*	*FX*
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	*Не допущено*	

8 Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль у додатку*
- є можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів Coursera за відповідною тематикою – зараховується додатково до 10 балів до загального рейтингу студента, якщо студент набрав не менше 75 балів за період вивчення курсу та отримав відповідний сертифікат.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав: д.т.н., професор, Трофимчук Олександр Миколайович

Затверджено:

Вченою радою Інституту телекомунікацій
і глобального інформаційного простору
НАН України Протокол № 10 від 13 серпня 2026 р.

Введено в дію:

Наказом директора
Наказ від 14 серпня 2026 р. № 12