

АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

- Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>124 «Системний аналіз»</i>
Освітня програма	<i>Системний аналіз і управління</i>
Статус дисципліни (код)	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: PhD, доцент, Гуськова Віра Геннадіївна</i>
Розміщення курсу	

- Програма навчальної дисципліни

- Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою дисципліни є підготовка фахівців з комп'ютерних наук та системного аналізу, здатних розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері комп'ютерних наук, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики стосовно математичного моделювання, прогнозування та підтримки прийняття рішень на основі поглибленого аналізу статистичних та експериментальних даних у формі часових рядів.

Вивчення навчальної дисципліни націлено на формування, розвиток та закріплення у здобувачів таких загальних та фахових **компетентностей**:

ЗК 1 - Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях, ЗК 2 - Здатність планувати і управляти часом, ЗК 3 - Здатність абстрактно мислити, застосовувати методи аналізу і синтезу, ЗК 4 - Здатність знати та розуміти предметну область і професійну діяльність, ЗК 5 - Здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово, ЗК 6 - Здатність спілкуватися іноземними мовами, ЗК 7 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, ЗК 8 - Здатність бути критичним і самокритичним, ЗК 9 - Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, ЗК 10 - Здатність системно аналізувати свою професійну і соціальну діяльність, оцінювати накопичений досвід спільно з роботодавцями та академічною спільнотою, ЗК 11 - Здатність генерувати нові ідеї (креативність), ЗК 12 - Здатність працювати в команді та автономно виконувати командні рішення, ЗК 13 - Здатність працювати в міжнародному контексті, ЗК 14 - Здатність забезпечувати та оцінювати якість виконуваних робіт, ЗК 15 - Здатність реалізовувати свої права та обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні, дотримуватися академічної доброчесності, ЗК 16 - Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області системного аналізу, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;

ФК 1 - Здатність використовувати системний аналіз в якості сучасної міждисциплінарної методології, заснованої на прикладах математичних методів та сучасних інформаційних технологіях, і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем, ФК 2 - Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів, ФК 3 - Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів, ФК 4 - Здатність визначати основні чинники, які впливають на розвиток фізичних, економічних, соціальних процесів, відокремлювати в них стохастичні та невизначені показники, формулювати їх у вигляді випадкових або нечітких величин, векторів, процесів та досліджувати залежність між ними, ФК 6 - Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних, ФК 7 - Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування

поведінки конкретних систем, а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань, ФК 9 - Здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з якістю і точністю в таких формах, які підходять для занять в аудиторіях як усно, так і в письмовій формі, ФК 10 - Здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати дані, отримані в них, ФК 11 - Здатність системно аналізувати свою професійну і соціальну діяльність, оцінювати накопичений досвід.

Внаслідок вивчення курсу студент повинен бути здатний продемонструвати такий **програмний результат навчання ОПП**:

ПР01 - Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу, ПР03 - Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів та використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів, ПР04 - Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь в частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики, ПР06 - Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов і конфліктів, ПР09 - Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень, ПР12 - Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу, ПР13 - Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах, ПР14 - Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані, ПР15 - Розуміти українську та іноземну мови на рівні, достатньому для обробки фахових інформаційно-літературних джерел, професійного усного і письмового спілкування, написання текстів за фаховою тематикою, ПР16 - Розуміти і реалізовувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності вільного демократичного суспільства, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні, дотримуватися академічної доброчесності, ПР17 - Зберігати та примножувати досягнення і цінності суспільства на основі розуміння місця предметної області у загальній системі знань, використовувати різні види та форми рухової активності для ведення здорового способу життя.

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

Курс "Аналіз часових рядів" є одним із провідних курсів професійної підготовки бакалаврів, магістрів і докторів філософії спеціальностей «Комп'ютерні науки» та «Системний аналіз».

Цей курс підсумовує раніше прочитані спеціальні дисципліни бакалаврів в напрямі подальшого

розвитку теорії та систем, обробки даних і експертних оцінок, проектування і реалізації систем на основі штучного інтелекту і надає систематизоване детальне викладання основ теорії, методів та технологій математичного моделювання, прогнозування і підтримки прийняття рішень, а також їх застосування в системах прийняття рішень в економіці, фінансовій сфері, екології, соціальних дослідженнях, техніко-технологічних інженерних системах. Тому ця дисципліна має глибокі логічні зв'язки з попередніми дисциплінами навчального плану підготовки бакалаврів.

Матеріали курсу широко використовуються в таких курсах: "Теорія прийняття рішень», «Основи системного аналізу», та в ряді вибіркового ОК з Ф-каталогу.

- **Зміст навчальної дисципліни**

Кредитний модуль включає теми, подані нижче.

Розділ 1. Методика побудови математичних моделей на основі статистичних та експериментальних даних у формі часових рядів

Тема 1.1. Підготовка статистичних та експериментальних даних до моделювання, прогнозування та підтримки прийняття рішень. Кореляційний аналіз даних та його використання для побудови моделей часових рядів.

Тема 1.2. Попередній аналіз даних: статистичні тести для виявлення ефектів: нестационарності, нелінійності, гетероскедастичності, екстремальних даних, сезонних ефектів. Процедура оцінювання структури і параметрів моделей часових рядів.

Тема 1.3. Методи оцінювання параметрів моделей. Адаптація методів оцінювання структури і параметрів математичних моделей до фактичних розподілів даних.

Тема 1.4. Критеріальна база для оцінювання якості даних та адекватності математичних моделей часових рядів.

Розділ 2. Застосування різницевого рівняння до формального опису часових рядів

Тема 2.1. Типи різницевого рівняння для опису часових рядів. Поняття розв'язку різницевого рівняння (АР, АРКС, АРІКС). Аналіз збіжності розв'язків та їх застосування.

Тема 2.2. Загальна методика знаходження однорідних розв'язків різницевого рівняння та їх аналізу. Три випадки значень коренів характеристичного рівняння та їх використання.

Тема 2.3 Методика знаходження неоднорідних розв'язків різницевого рівняння, аналіз збіжності повного розв'язку. Приклади знаходження повних розв'язків різницевого рівняння.

Розділ 3. Оператори зсуву та їх застосування в аналізі часових рядів

Тема 3.1. Поняття оператора зсуву та його властивості.

Тема 3.2. Застосування оператора зсуву для формального представлення моделей та знаходження розв'язків різницевого рівняння.

Тема 3.3. Поняття передавальної функції, роль операторів зсуву у формуванні передавальної функції.

Розділ 4. Прогнозування розвитку (еволюції) процесів у формі часових рядів

Тема 4.1. *Поняття безумовних та умовних статистичних характеристик (умовне математичне сподівання та дисперсія) досліджуваних процесів та їх використання у прогнозуванні.*

Тема 4.2. *Означення прогнозу з точки зору теорії оцінювання. Побудова функцій прогнозування без розв'язків рівнянь. Статистичні властивості оцінок прогнозів, обчислених за допомогою лінійних моделей.*

Тема 4.4. *Побудова функцій прогнозування на основі розв'язків різницевих рівнянь. Середньо- та довгострокове прогнозування досліджуваних процесів.*

Тема 4.5. *Критеріальна база для аналізу якості оцінок прогнозів.*

Тема 4.6. *Комбінування оцінок прогнозів, обчислених за допомогою альтернативних методів. Оптимізаційне комбінування та його застосування в системах підтримки прийняття рішень.*

Розділ 5. Аналіз гетероскедастичних процесів

Тема 5.1. *Природа гетероскедастичності та її формальне означення. Обчислення умовної дисперсії та її застосування для побудови моделі динаміки дисперсії.*

Тема 5.2. *Методика аналізу гетероскедастичних процесів, прості моделі динаміки дисперсії та можливості їх практичного використання.*

Тема 5.3. *Методи оцінювання параметрів моделей динаміки умовної дисперсії.*

Тема 5.4. *Моделі динаміки дисперсії вищих порядків, їх побудова та застосування. Тема 5.5. Приклади практичного застосування моделей динаміки умовної дисперсії.*

Розділ 6. Аналіз коінтегрованих процесів

Тема 6.1. *Природа коінтеграції та її формальне означення. Особливості аналізу коінтегрованих процесів, мета коінтеграційного моделювання.*

Тема 6.2. *Послідовність аналізу коінтегрованих процесів, статистична основа коінтеграційного аналізу: тестування на інтегрованість та коінтегрованість часових рядів; чисельні статистики, застосування статистичної теорії коінтеграції для прогнозування.*

Тема 6.3. *Приклади практичного застосування моделей коінтегрованих процесів.*

Розділ 7. Регресійний аналіз багатовимірних часових рядів

Тема 7.1. *Багатовимірні процеси в економіці, фінансах та екології. Особливості аналізу багатовимірних процесів.*

Тема 7.2. *Кореляційний аналіз багатовимірних процесів. Підготовка даних до моделювання.*

Тема 7.3. *Оптимальна фільтрація багатовимірних процесів – мета і засоби оптимального оцінювання станів процесів.*

Тема 7.4. *Особливості побудови математичних моделей багатовимірних часових рядів.*

Критеріальна база для аналізу адекватності моделей багатовимірних процесів.

Тема 7.5. *Методи прогнозування багатовимірних часових рядів; аналіз якості оцінок прогнозів.*

Комп'ютерний практикум

№ п/п	Найменування завдання	Кількість
-------	-----------------------	-----------

		годин
ЗКП №1	<ul style="list-style-type: none"> Аналіз часових рядів з використанням рекурсивного методу найменших квадратів для оцінювання параметрів різницевого рівняння (АР, АРКС, АРІКС). Написання власної програми для обробки статистичних даних і побудови математичних моделей. 	2
ЗКП №2	<ul style="list-style-type: none"> Вивчення системи комп'ютерного моделювання і прогнозування Econometric Views (Eviews). 	2
ЗКП №3	<ul style="list-style-type: none"> Побудова і аналіз моделей множинної регресії. 	2
ЗКП №4	<ul style="list-style-type: none"> Побудова і аналіз моделей процесів з трендом (інтегрованих процесів). 	2
ЗКП №5	<ul style="list-style-type: none"> Дослідження розв'язків різницевого рівняння, побудованих на основі фактичних статистичних даних. 	2
ЗКП №6	<ul style="list-style-type: none"> Побудова функцій прогнозування без розв'язків та на основі розв'язків різницевого рівняння, використовуючи побудовані моделі на основі фактичних даних. 	4
ЗКП №7	<ul style="list-style-type: none"> Дослідження гетероскедастичних процесів: моделювання і прогнозування динаміки умовної дисперсії. Застосування оцінок прогнозів дисперсії до оцінювання ринкового фінансового ризику та підтримки прийняття рішень. 	4

Примітка: ЗКП – завдання комп'ютерного практикуму.

Крім виконання завдань комп'ютерного практикуму заплановано також більш поглиблене вивчення окремих розділів курсу. На початку семестру кожен студент отримує тему реферату, знайомиться з літературою, робить огляд літератури за темою і готує реферат а також презентацію за темою дослідження. На практичному занятті кожен студент виступає з презентацією і проводиться дискусія за представленою темою дослідження.

Перелік тем рефератів

1	Methodology for constructing mathematical models of time series
2	Methodology of preliminary data processing for modeling time series
3	Methodology for constructing integrated time series models
4	Methodology for constructing heteroscedastic time series models
5	Criteria bases for analysis model adequacy, and quality of forecasting
6	Stochastic trends analysis – theory and applications
7	Application of time series models for short- and medium-term forecasting
8	Cointegrated process – modeling and forecasting
9	Multivariate time series – modeling and forecasting

10	Bayesian networks in time series analysis
11	Combination of forecasting estimates – theory and applications

Самостійна робота. Вивчення дисципліни крім лекцій включає такі види СРС: підготовка до аудиторних занять; виконання та оформлення завдань комп'ютерного практикуму, підготовка до захисту виконаних завдань комп'ютерного практикуму. Підготовка до практичних занять, оформлення реферату і презентації; підготовка статті до опублікування.

• 4. Навчальні матеріали та ресурси

• Базова:

1. Бідюк П.І., Романенко В.Д., Тимощук О.Л. Аналіз часових рядів. – Київ: «Політехніка», 2012. – 608 с.
2. Грін Г. Економетричний аналіз. – Київ: «Основи», 2010. – 1154 с.
3. Pole A., West M., Harrison J. Applied Bayesian forecasting and time series analysis. – London: Chapman & Hall/CRC, 1994. – 409 p.
4. Gooijer J.G. Elements of nonlinear time series analysis and forecasting. – Berlin: Springer, 2017. – 620 p.
5. Shumway R.H., Stoffer D.S. Time series analysis and its applications. – New York: Springer, 2006. – 588 p.
6. Commandeur J.J.F., Koopman S.J. State space time series analysis. – Oxford: Oxford University Press, 2007. – 189 p.
7. Small M. Applied nonlinear time series analysis. – Singapore: World Scientific Publishing, 2005. – 261 p.

• Допоміжна:

- Коваленко І.П. Математична статистика у прикладах і задачах. – Київ: Слово, 2012. – 490 с.
- Згуровський М.З., Бідюк П.І., Терентьев О.М., Просянкін-Жарова Т.І. Байєсівські мережі у системах підтримки прийняття рішень. – Київ: Едельвейс, 2014. – 300 с.
- Кузнецова Н.В., Бідюк П.І. Теорія і практика аналізу фінансових ризиків: системний підхід. – Київ: Ліра-К, 2020. – 400 с.
- Бідюк П.І., Тимощук О.Л., Коваленко А.Є., Коршевнік Л.О. СППР: проектування і реалізація. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – 605 с.
- Рассел Стюарт, Норвіг Питер. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.; Издательский дом « Вильямс», 2007. – 1408 с.
- Karatzas I., Shreve S.E. Methods of financial mathematics. – New York: Springer, 1998. – 408 p.
- Press S.J. Subjective and objective Bayesian statistics. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2003. – 560 p.

- **Навчальний контент**

- **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

У гугл-класі будуть щотижневі завдання з детальними інструкціями та необхідним матеріалом, які необхідно вчасно виконувати.

Викладач повинен звернути увагу аспірантів на те, що дисципліна Аналіз часових рядів – це дисципліна, що займається розробкою і застосуванням методів та технологій ОІ в прикладних задачах математичного моделювання, прогнозування, розпізнавання образів, класифікації, кластерного аналізу, а також інших методів в різних областях людської діяльності в умовах невизначеності.

***Рекомендовані методи навчання:** проблемний метод, методи мозкового штурму, імітаційні методи і моделі, презентація та опитування студентів.*

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій і фіксувати основні результати лабораторних занять.

Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання прийомів і алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота, що дає можливість перетворити отримані знання в об'єкт власної творчої діяльності. Самостійна робота включає в себе читання літератури, виконання огляду літератури за вибраною тематикою, виконання звітів по завданнях комп'ютерного практикуму, підготовку до їх захисту та підготовка реферату та презентації, а також підготовка до іспиту.

Для організації та проведення занять з комп'ютерного практикуму розроблено Методичні вказівки по дисципліні:

Аналіз часових рядів: Методичні вказівки до виконання завдань комп'ютерного практикуму для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерна наука». Укладач: Бідюк П.І. – Київ: 2019. – 120 с.

- **Політика та контроль**

- **6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Усі роботи студенти мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу. Дедлайни кожного завдання позначені в щотижневих завданнях у гугл-класі. Роботи мають бути виконані з дотриманням академічної доброчесності. Політика та принципи академічної доброчесності, етична поведінка студентів визначені у Кодексі честі <https://kpi.ua/code>. Лектор може запропонувати студентам пройти запропоновані ним онлайн-курси на платформі Coursera. Також сертифікати цих курсів можуть бути частково зараховані згідно до [Положення](#).

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

Семестровий контроль: залік

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), завдання комп'ютерного практикуму.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольну роботу, активність на заняттях комп'ютерного практикуму та якість захисту завдань практикуму, а

також якість реферату та виступу з презентацією. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг з дисципліни.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- написання модульної контрольної роботи;
- робота на практичних заняттях та захист завдань комп'ютерного практикуму;
- реферат та виступ з презентацією;
- відповіді на заліку.

Табл. 1. Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
ЗКП	7	2	4
реферат	1	6	12
МКР	1	5	10
Стартовий рейтинг		30	50
Залік			50
Підсумковий рейтинг		60	100

Умовою атестації з календарного контролю є поточний рейтинг не менше 50% запланованих балів.

Умовою допуску до заліку є стартовий рейтинг не менше 30 балів та мінімальні оцінки в балах згідно табл. 1.

Після оцінювання відповідей здобувача на заліку викладач підсумовує стартові бали та бали за залік, зводить до рейтингової оцінки (оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою) та переводить до оцінок за університетською шкалою (Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою).

Критерії нарахування балів за контрольні заходи:

“відмінно”: 95 -100% - здобувач виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу з дисципліни; продемонстрував уміння вільно виконувати всі завдання, передбачені програмою; засвоїв основну та додаткову літературу; проявив творчі здібності в розумінні, в логічному, чіткому, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності

“дуже добре”: 85-94% - здобувач виявив систематичні знання навчального матеріалу з дисципліни вище середнього рівня; продемонстрував уміння добре виконувати всі завдання, передбачені програмою, допустивши незначні помилки; засвоїв основну та додаткову літературу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності

“добре”: 75-84% - здобувач виявив загалом добрі знання навчального матеріалу при виконанні передбачених програмою завдань, але припустив ряд помітних помилок; засвоїв основну літературу; показав систематичний характер знань з дисципліни; здатний до їх самостійного використання та поповнення в процесі подальшої навчальної роботи і професійної діяльності

“задовільно”: 65-74% - здобувач виявив знання основного навчального матеріалу з дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; ознайомився з основною літературою; впорався з виконанням завдань, передбачених програмою, але припустив значну кількість помилок або недоліків на запитання при співбесіді, тестуванні та при виконанні завдань тощо, принципів з яких може усунути самостійно

“достатньо”: 60-64% - здобувач виявив знання основного навчального матеріалу з дисципліни в мінімальному обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; ; ознайомився з основною літературою; в основному виконав завдання, передбачені програмою, але припустив помилки у відповіді на запитання при співбесідах, тестуванні та при виконанні завдань тощо, які він може усунути лише під керівництвом та за допомогою викладача

“незадовільно”: 30-59% - здобувач мав значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу; допускав принципів помилки при виконанні передбачених програмою завдань, але спроможній самостійно доопрацювати програмний матеріал і підготуватися для перездачі дисципліни

“незадовільно”: 0-29% - здобувач не мав знань зі значної частини навчального матеріалу з дисципліни; допускав принципів помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань або не виконував ці завдання

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Бали</i>	<i>Оцінка</i>
100...95	<i>Відмінно</i>
94...85	<i>Дуже добре</i>
84...75	<i>Добре</i>
74...65	<i>Задовільно</i>
64...60	<i>Достатньо</i>
Менше 60	<i>Незадовільно</i>
Не виконано умови допуску до заліку	<i>Не допущено</i>

- **Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.*

Інформаційні ресурси

- Електронний підручник: *Аналіз часових рядів:* [www](http://www.iasa.org.ua/students) [HYPERLINK "http://www.iasa.org.ua/students".](http://www.iasa.org.ua/students) [HYPERLINK "http://www.iasa.org.ua/students"iasa](http://www.iasa.org.ua/students) [HYPERLINK "http://www.iasa.org.ua/students".](http://www.iasa.org.ua/students) [HYPERLINK "http://www.iasa.org.ua/students"org](http://www.iasa.org.ua/students) [HYPERLINK "http://www.iasa.org.ua/students".](http://www.iasa.org.ua/students) [HYPERLINK "http://www.iasa.org.ua/students"ua](http://www.iasa.org.ua/students) [HYPERLINK "http://www.iasa.org.ua/students"/](http://www.iasa.org.ua/students) [HYPERLINK "http://www.iasa.org.ua/students"students](http://www.iasa.org.ua/students)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склав:

доц. каф Штучного Інтелекту

Гуськова Віра Геннадіївна

Ухвалено кафедрою ММСА (протокол № 13 від 05.06.2024)

Погоджено Методичною комісією ІПСА

(протокол № 10 від 24.06.2024)