



СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>Ф3 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>83561 ОПП Системи і методи штучного інтелекту 83564 ОНП Комп'ютерні науки</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ЄКТС/90 годин Лекції - 30 год, практи.(комп. практи.) - 14 год, СРС - 46 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор, практики: Доцент, PhD, Гуськова Віра Геннадіївна, huskova.vira@iit.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Системи інтелектуального прогнозування часових рядів — це міждисциплінарна навчальна дисципліна, що зосереджується на сучасних методах аналізу, моделювання та прогнозування даних, що змінюються в часі. Часові ряди відіграють ключову роль у багатьох прикладних галузях — від фінансового аналізу, макроекономічного прогнозування, управління енергосистемами та телекомунікаціями до моніторингу здоров'я, транспортного планування та розумних міст.

Курс спрямований на формування в студентів системного бачення сучасних інтелектуальних технологій обробки часових рядів. Особлива увага приділяється застосуванню алгоритмів машинного навчання, глибокого навчання та гібридних моделей для побудови точних прогнозів, виявлення прихованих закономірностей і підтримки прийняття рішень у складних динамічних системах.

Метою навчальної дисципліни є оволодіння теоретичними основами та практичними інструментами інтелектуального прогнозування часових рядів із використанням сучасних алгоритмів штучного інтелекту, а також набуття навичок проєктування та впровадження аналітичних рішень на основі часових даних.

Предмет дисципліни включає класичні та сучасні підходи до аналізу часових рядів (ARIMA, SARIMA, VAR); методи згладжування, розкладу та редукції розмірності; побудову прогнозних моделей із використанням нейронних мереж (MLP, RNN, LSTM, GRU); використання гібридних систем, ансамблів моделей та глибоких архітектур; автоматизовані платформи для побудови та оцінювання прогнозних моделей.

Після засвоєння дисципліни «Аналіз часових рядів» студенти мають продемонструвати такі компетентності та результати навчання:

Компетентності:

- ЗК 01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 07 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ФК 02 Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.
- ФК 03 Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.
- ФК 14 Здатність вибирати адекватні методи навчання, включаючи методи глибокого навчання (Deep Learning) і самонавчання та використовувати їх для налаштування нейронних мереж для вирішення конкретних задач прогнозування, керування, класифікації та інтелектуального аналізу даних
- ФК 15 Здатність використовувати метод індуктивного моделювання МГУА для автоматичної побудови моделей складних процесів (зокрема в задачах прогнозування) в техніці та економіці

Результати навчання:

- ПРН 01 Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань
- ПРН 06 Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи
- ПРН 07 Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей
- ПРН 08 Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великим)
- ПРН 15 Виявляти потреби потенційних замовників щодо автоматизації обробки інформації
- ПРН 18 Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується
- ПРН 25 Використовувати технології обчислювального інтелекту при розробці систем прийняття рішень та інтелектуальних інформаційних систем
- ПРН 26 Розробляти адекватні методи навчання та самонавчання, включаючи методи глибокого навчання (Deep Learning) та використовувати їх для налаштування нейронних мереж для вирішення конкретних задач прогнозування, керування, класифікації та інтелектуального аналізу даних

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

Курс «Системи інтелектуального прогнозування часових рядів» є однією з дисциплін підготовки магістрів за ОПП «Системи і методи штучного інтелекту» та ОНП «Комп'ютерні науки», що поєднує знання з математичного моделювання, статистики, машинного навчання та аналізу даних.

Мета курсу — сформувати у студентів навички побудови інтелектуальних систем прогнозування часових рядів із використанням сучасних статистичних та обчислювальних методів, включаючи ARIMA, GARCH, LSTM, GRU, а також відповідних програмних інструментів (Python, R, EViews тощо). Значна увага приділяється практичному застосуванню методів у задачах з різних предметних галузей.

Дисципліна тісно пов'язана з такими курсами, як «Інтелектуальний аналіз даних», «Теорія прийняття рішень», «Обчислювальний інтелект», «Машинне навчання», а також є невіддільною складовою дослідницької підготовки магістра. Матеріали курсу активно використовуються під час виконання кваліфікаційних робіт і написання дисертацій магістра.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ до інтелектуального аналізу часових рядів

Тема 1.1. Основні поняття часових рядів, структура даних, мета аналізу.

Тема 1.2. Типові задачі прогнозування: коротко-, середньо- та довгострокове прогнозування.

Тема 1.3. Приклади застосування інтелектуального прогнозування в різних галузях.

Тема 1.4. Загальний підхід до побудови систем прогнозування: pipeline моделі.

Розділ 2. Класифікація та властивості часових рядів

Тема 2.1. Неперервні, дискретні, моментні та агреговані часові ряди.

Тема 2.2. Стаціонарність, тренд, сезонність, автокореляція та гетероскедастичність.

Тема 2.3. Попередній аналіз рядів: візуалізація, тест Дікі-Фуллера, перевірка на стаціонарність.

Тема 2.4. Методи згладжування та фільтрації даних.

Розділ 3. Статистичні методи прогнозування

Тема 3.1. AR, MA, ARMA, ARIMA-моделі: побудова, ідентифікація, оцінка параметрів.

Тема 3.2. SARIMA, ARIMAX: робота з сезонністю та зовнішніми змінними.

Тема 3.3. Прогнозування та валідація: побудова прогнозних функцій, розрахунок похибок.

Тема 3.4. Критерії оцінювання моделей: AIC, BIC, RMSE, MAE, MAPE.

Розділ 4. Методи машинного навчання в аналізі часових рядів

Тема 4.1. Застосування регресій, дерев рішень та ансамблевих методів (Random Forest, XGBoost).

Тема 4.2. Вибір ознак для моделей ML, лагові змінні, ковзні вікна.

Тема 4.3. Гіперпараметри, крос-валідація, перевчання.

Тема 4.4. Інтерпретація моделей, *feature importance*.

Розділ 5. Нейронні мережі для прогнозування часових рядів

Тема 5.1. Основи нейронних мереж: перцептрон, багатошаровий перцептрон (MLP).

Тема 5.2. Рекурентні нейронні мережі (RNN): архітектура, зворотне поширення у часі.

Тема 5.3. LSTM (Long Short-Term Memory): блокова структура, затримка градієнта, навчання.

Тема 5.4. GRU (Gated Recurrent Unit): різниця з LSTM, переваги в обчисленнях.

Тема 5.5. Побудова нейромоделей для прогнозування: використання *keras/tensorflow*, валідація.

Розділ 6. Гібридні та адаптивні моделі

Тема 6.1. Комбінування статистичних і неймережевих підходів: ARIMA + MLP.

Тема 6.2. Енсамблі моделей: стекінг, блендінг, взважене комбінування.

Тема 6.3. Адаптивні моделі: онлайн-навчання, переобучення при надходженні нових даних.

Тема 6.4. Побудова *robust* моделей до вибухів, пропусків і структурних змін.

Розділ 7. Інформаційно-аналітичні платформи

Тема 7.1. Системи для прогнозування: EViews, R (*forecast*, *prophet*), Python (*statsmodels*, *sklearn*, *keras*).

Тема 7.2. Візуалізація результатів: *matplotlib*, *seaborn*, *plotly*, Power BI.

Тема 7.3. Побудова інтерфейсів прогнозних систем на Dash/Streamlit.

Тема 7.4. Репрезентація результатів для підтримки прийняття рішень.

Розділ 8. Оцінювання якості прогнозів та моделей

Тема 8.1. Метрики точності: RMSE, MAE, MASE, sMAPE.

Тема 8.2. Перевірка залишків: автокореляція, гетероскедастичність, нормальність.

Тема 8.3. Стабільність моделі в часі, розгортання на потоках даних.

Тема 8.4. Побудова довірчих інтервалів для прогнозів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. **Системи і методи підтримки прийняття рішень** [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 124 Системний аналіз / П. І. Бідюк, О. Л. Тимощук, А. Є. Коваленко, Л. О. Коршевнік ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022. – 610 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48418>
2. **Кіріченко Л.О., Радівілова Т.А.** Фрактальний аналіз самоподібних і мультифрактальних часових рядів –Харків, ХНУРЕ, 2019. -106с. <https://publish.nure.ua/catalog/view/32/11/71>
3. **Онищенко О.М.** Аналіз часових рядів: Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2021. – 312 с.
4. **Лисенко О.Ю.** Основи економетрії та аналіз часових рядів: Підручник. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2020. – 285 с.
5. **Шевченко В.П.** Моделювання економічних процесів: часові ряди. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 248 с.

6. **Матеріали дистанційного курсу «Аналіз часових рядів»** на платформі «Сікорський» КПІ ім. Ігоря Сікорського (у доступі для студентів через електронний кампус).
7. **Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C.** *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. – Wiley, 2015. – 496 p.
8. **Gooijer J.G.** *Elements of nonlinear time series analysis and forecasting*. – Berlin: Springer, 2017. – 620 p.

Допоміжна:

1. **H. Malik, Nuzhat Fatema, and A. Iqbal**, *Intelligent data-analytics for condition monitoring : smart grid applications*. London: Academic Press, 2021. (доступ за запитом НТБ ім. Г.І. Денисенка)
2. **Dinesh C. S. Bisht and M. Ram**, *Computational Intelligence-based Time Series Analysis*. CRC Press, 2022. (доступ за запитом НТБ ім. Г.І. Денисенка)
3. **Dayal, Kavina S., Deo, Ravinesh C. and Apan, Armando A.** 2021. "Intelligent data analytics for time series, trend analysis and drought indices comparison." Deo, Ravinesh C., Samui, Pijush, Kisi, Ozgur and Yaseen, Zaher Mundher (ed.) *Intelligent data analytics for decision-support systems in hazard mitigation: theory and practice of hazard mitigation*. Singapore. Springer. pp. 151-169 (доступ за запитом НТБ ім. Г.І. Денисенка)
4. **Бідюк, П. І.** Аналіз часових рядів [Електронний ресурс] : навчальний посібник / П. І. Бідюк, В. Д. Романенко, О. Л. Тимощук ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 8,42 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2010.
5. **Кузнєцова Н.В., Бідюк П.І.** Теорія і практика аналізу фінансових ризиків: системний підхід. – Київ: Ліра-К, 2020. – 400 с.
6. **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
7. **Hyndman R.J., Athanasopoulos G.** *Forecasting: Principles and Practice* (3rd ed.). – OTexts, 2021. – [Доступ онлайн: <https://otexts.com/fpp3/>]
8. **Shumway R.H., Stoffer D.S.** *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. – Springer, 2017. – 562 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна «Системи інтелектуального прогнозування часових рядів» охоплює 30 годин лекційних занять та 14 годин комп'ютерних практичних занять і передбачає виконання модульної контрольної роботи, що складається із восьми частин, які відповідають ключовим тематичним модулям курсу. Практичні заняття мають на меті закріплення теоретичних знань і формування у студентів практичних навичок розробки інтелектуальних систем для моделювання та прогнозування часових рядів.

У рамках занять здобувачі працюють індивідуально або в малих групах під керівництвом викладача над комплексними завданнями, що охоплюють повний цикл створення систем прогнозування. Це включає підготовку й обробку часових рядів, побудову моделей статистичного та інтелектуального характеру (ARIMA, GARCH, VAR, RNN, LSTM, GRU), їх навчання, оцінювання якості та адаптацію до реальних даних.

Застосовуються сучасні інструменти аналізу, зокрема Python з бібліотеками *scikit-learn*, *keras*, *statsmodels*, *prophet*, а також середовища *EViews*, *R* та *MATLAB*.

Особливу увагу приділено інтеграції нейронних мереж у прогностні системи, обґрунтуванню вибору моделей, інтерпретації результатів, оцінюванню якості прогнозів і прийняттю рішень в умовах невизначеності. Практична частина передбачає також обговорення типових помилок, візуалізацію даних і побудованих моделей, розгляд альтернативних підходів, що сприяє підготовці студентів до самостійної роботи над прикладними задачами у фінансово-економічній, технічній, соціальній та екологічній сферах.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Тема 1.1. Основні поняття часових рядів, структура даних, мета аналізу. Тема 1.2. Типові задачі прогнозування: коротко-, середньо- та довгострокове прогнозування. Тема 1.3. Приклади застосування інтелектуального прогнозування в різних галузях. Тема 1.4. Загальний підхід до побудови систем прогнозування: <i>pipeline</i> моделі.
2	Тема 2.1. Неперервні, дискретні, моментні та агреговані часові ряди. Тема 2.2. Стаціонарність, тренд, сезонність, автокореляція та гетероскедастичність.
3	Тема 2.3. Попередній аналіз рядів: візуалізація, тест Дікі-Фуллера, перевірка на стаціонарність. Тема 2.4. Методи згладжування та фільтрації даних.
4	Тема 3.1. AR, MA, ARMA, ARIMA-моделі: побудова, ідентифікація, оцінка параметрів. Тема 3.2. SARIMA, ARIMAX: робота з сезонністю та зовнішніми змінними.
5	Тема 3.3. Прогнозування та валідація: побудова прогностичних функцій, розрахунок похибок. Тема 3.4. Критерії оцінювання моделей: AIC, BIC, RMSE, MAE, MAPE.
6	Тема 4.1. Застосування регресій, дерев рішень та ансамблевих методів (<i>Random Forest</i> , <i>XGBoost</i>).
7	Тема 4.2. Вибір ознак для моделей ML, лагові змінні, ковзні вікна. Тема 4.3. Гіперпараметри, крос-валідація, перевчання.
8	Тема 4.4. Інтерпретація моделей, <i>feature importance</i> .
9	Тема 5.1. Основи нейронних мереж: перцептрон, багатошаровий перцептрон (MLP). Тема 5.2. Рекурентні нейронні мережі (RNN): архітектура, зворотне поширення у часі.
10	Тема 5.3. LSTM (Long Short-Term Memory): блокова структура, затримка градієнта, навчання.
11	Тема 5.4. GRU (Gated Recurrent Unit): різниця з LSTM, переваги в обчисленнях. Тема 5.5. Побудова нейромоделей для прогнозування: використання <i>keras/tensorflow</i> , валідація.
12	Тема 6.1. Комбінування статистичних і нейромережових підходів: ARIMA + MLP. Тема 6.2. Енсамблі моделей: стекінг, блендінг, взважене комбінування.
13	Тема 6.3. Адаптивні моделі: онлайн-навчання, переобучення при надходженні нових даних.

	<i>Тема 6.4. Побудова robust моделей до вибухів, пропусків і структурних змін.</i>
14	<i>Тема 7.1. Системи для прогнозування: EViews, R (forecast, prophet), Python (statsmodels, sklearn, keras).</i> <i>Тема 7.2. Візуалізація результатів: matplotlib, seaborn, plotly, Power BI.</i> <i>Тема 7.3. Побудова інтерфейсів прогнозних систем на Dash/Streamlit.</i> <i>Тема 7.4. Репрезентація результатів для підтримки прийняття рішень.</i>
15	<i>Тема 8.1. Метрики точності: RMSE, MAE, MASE, sMAPE.</i> <i>Тема 8.2. Перевірка залишків: автокореляція, гетероскедастичність, нормальність.</i> <i>Тема 8.3. Стабільність моделі в часі, розгортання на потоках даних.</i> <i>Тема 8.4. Побудова довірчих інтервалів для прогнозів.</i>

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів з дисципліни **«Системи інтелектуального прогнозування часових рядів»** супроводжує всі етапи комп'ютерного практикуму та спрямована на розвиток навичок побудови, навчання й оцінювання інтелектуальних моделей прогнозування. Вона передбачає:

- самостійне опрацювання теоретичних матеріалів, пов'язаних із методами машинного навчання, статистичного аналізу, побудови нейронних мереж та гібридних моделей;
- аналіз прикладів прогнозування часових рядів з використанням сучасних бібліотек Python (scikit-learn, keras, statsmodels, prophet) або інших середовищ моделювання;
- виконання обчислювальних експериментів: підготовка даних, навчання моделей, валідація результатів, побудова графіків і порівняльна оцінка якості прогнозів;
- оформлення аналітичних звітів за результатами лабораторних робіт;
- підготовку до модульного контролю, який охоплює основні концепції інтелектуального прогнозування, побудову архітектур моделей і оцінку їх ефективності.

Кожне практичне заняття передбачає попереднє самостійне вивчення ключових теоретичних підходів, а також післяпрактичний аналіз результатів моделювання з метою закріплення отриманих знань і підготовки до реального застосування прогнозних систем.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання тем розділу 1, 2: Вступ до інтелектуального аналізу часових рядів, Класифікація та властивості часових рядів,	5
2	Оформлення звіту до практичного заняття №1	2
3	Опрацювання тем розділу 3-5: Статистичні методи прогнозування, Методи машинного навчання в аналізі часових рядів, Нейронні мережі для прогнозування часових рядів	5

4	Оформлення звіту до практичного заняття №2	2
5	Опрацювання тем розділу 6-8: Гібридні та адаптивні моделі, Інформаційно-аналітичні платформи, Оцінювання якості прогнозів та моделей	5
6	Оформлення звіту до практичного заняття №3	2
13	Підготовка до фінального тесту та модульної контрольної роботи	7
14	Підготовка до заліку	8

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять. Пропуски лекційних і практичних занять не впливають безпосередньо на кількість набраних балів, оскільки підсумкова оцінка базується на результатах виконаних завдань і контрольних заходів. Водночас, активна участь у роботі на заняттях, демонстрація виконаних завдань, обговорення результатів, індивідуальні відповіді, а також захист лабораторних робіт оцінюються під час аудиторної взаємодії з викладачем.

Участь у практичних заняттях. Студент зобов'язаний готуватись до практичних занять, ознайомлюватися з матеріалами теми, попередньо вивчати приклади коду та документацію. Участь у заняттях передбачає презентацію результатів лабораторних робіт, аргументований захист рішень, а також обговорення технічних питань.

Пропущені контрольні заходи. Студенти, які з поважної причини (медичні довідки, академічна мобільність тощо) пропустили контрольну роботу або захист лабораторної, мають право відпрацювати ці заходи у визначений викладачем термін. Детальніше: <https://kpi.ua/files/n3277.pdf>

Процедура оскарження результатів. Студент має право подати обґрунтовану апеляцію на результати будь-якого контрольного заходу, якщо він не згоден з виставленою оцінкою. Звернення розглядаються відповідно до встановленої процедури в межах кафедри чи освітньої програми.

Календарний контроль. Проводиться двічі на семестр для моніторингу прогресу студентів у виконанні вимог дисципліни, своєчасного виявлення труднощів у засвоєнні матеріалу та коригування індивідуальних планів навчання.

Критерій	Перший календарний контроль	Другий календарний контроль
Термін календарного контролю	Тиждень 8	Тиждень 14
Умови отримання позитивної оцінки	Поточний рейтинг ≥ 20 балів	Поточний рейтинг ≥ 40 балів

Академічна доброчесність. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Студенти зобов'язані дотримуватись

академічної доброчесності під час виконання лабораторних, контрольних робіт, захисту індивідуальних завдань та підсумкової атестації. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Студенти зобов'язані дотримуватись взаємоповаги, коректності під час навчального процесу, зокрема при роботі в командах. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь з дисципліни є доступним для більшості здобувачів з особливими освітніми потребами. Особливі умови можуть бути погоджені індивідуально за необхідності.

Навчання іноземною мовою. В рамках виконання завдань студентам може бути рекомендовано використовувати англомовну технічну документацію, стандарти, документацію, онлайн-курси та навчальні матеріали.

Призначення заохочувальних та штрафних балів. Відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання, сума всіх заохочувальних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали оцінювання. Заохочувальні бали можуть нараховуватись за участь у хакатонах, конкурсах, технічних конференціях, виконання додаткових індивідуальних завдань за погодженням із викладачем.

Заохочувальні бали

Критерій	Заохочувальні бали
Написання тез, наукових статей або виконання проєктної роботи у вигляді наукового дослідження з аналізу часових рядів для участі в конкурсах студентських наукових робіт	5
Участь у наукових хакатонах, всеукраїнських чи міжнародних конкурсах, конференціях, виставках або семінарах, пов'язаних із тематикою аналізу часових рядів або прогнозування	5

Підготування до семінарських занять та контрольних заходів здійснюється під час самостійної роботи студентів з можливістю консультування з викладачем у визначений час консультацій або за допомогою електронного листування (електронна пошта, месенджери, гуглкласрум).

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

Семестровий контроль проводиться у вигляді заліку. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система та університетська шкала оцінювання.

Поточний контроль включає: виконання та захист лабораторних робіт, участь у практичних заняттях, індивідуальні завдання, самостійне виконання підготовчих робіт, заключний тест за матеріалами курсу.

Календарний контроль проводиться двічі на семестр з метою моніторингу виконання студентами вимог силабусу:

- Перший календарний контроль — на 8 тижні (поточний рейтинг ≥ 20 балів).
- Другий календарний контроль — на 14 тижні (поточний рейтинг ≥ 40 балів).

Семестровий контроль — залік.

Таблиця відображає систему оцінювання в дисципліні **“Системи інтелектуального прогнозування часових рядів”**, що базується на контрольних заходах:

№	Контрольний захід	Дедлайн виконання	Мін. оцінка	Макс. оцінка
1	Лабораторна робота 1. Попередній аналіз часових рядів Аналіз структури часових рядів: виявлення пропусків, аномалій, шумів; перевірка на стаціонарність; візуалізація даних, декомпозиція трендів і сезонності; застосування тестів Дікі-Фуллера, KPSS.	27.02.2026	10	20
2	Лабораторна робота 2. Побудова класичних статистичних моделей часових рядів Моделювання часових рядів із використанням лінійних моделей: AR, MA, ARMA, ARIMA, SARIMA; підбір параметрів моделей, валідація якості, побудова прогнозів і порівняльний аналіз точності.	27.03.2026	15	25
3	Лабораторна робота 3. Інтелектуальне прогнозування часових рядів Застосування методів машинного навчання: регресійні дерева, випадкові ліси, нейронні мережі (зокрема RNN, LSTM, GRU), гібридні підходи; навчання моделей на часових рядах і порівняння з класичними підходами.	24.04.2026	25	35
4	Заключний тест за матеріалами курсу Підсумкове тестування за всіма темами курсу: теоретичні питання, аналіз результатів моделювання, побудова прогнозних моделей, інтерпретація метрик якості.	22.05.2026	10	20
Разом:			60	100

Зверніть увагу, що за несвоєчасне подання звіту лабораторної роботи, оцінка може бути знижена, але не більше ніж на 20% від загальної оцінки по роботі.

Оцінювання контрольних заходів

- **Лабораторні роботи** оцінюються за якістю реалізації завдань, повнотою функціональності, коректністю коду, оформленням звітів, дотриманням термінів виконання.
- **Заключний тест** містить теоретичні питання, тестові завдання та практичні завдання з курсу дисципліни.

Розгорнуті **критерії оцінювання** для контрольних заходів дисципліни “**Системи інтелектуального прогнозування часових рядів**”. Критерії враховують обсяг, складність і ваговий бал кожної роботи.

Назва заходу	Кількість балів	Критерії оцінювання
Лабораторна робота 1. Попередній аналіз часових рядів Аналіз структури часових рядів: виявлення пропусків, аномалій, шумів; перевірка на стаціонарність; візуалізація даних, декомпозиція трендів і сезонності; застосування тестів Дікі-Фуллера, KPSS.	20 балів	- 0–8 балів — результат відсутній або некоректний; пропущено ключові етапи аналізу. - 9–14 балів — реалізовано більшість етапів аналізу з базовою інтерпретацією результатів. - 15–18 балів — коректна реалізація, обґрунтовані висновки, наявна візуалізація. - 19–20 балів — повна реалізація з перевітками, інтерпретацією, структурованим звітом.
Лабораторна робота 2. Побудова класичних статистичних моделей часових рядів Моделювання часових рядів із використанням лінійних моделей: AR, MA, ARMA, ARIMA, SARIMA; підбір параметрів моделей, валідація якості, побудова прогнозів і порівняльний аналіз точності.	25 балів	- 0–10 балів — модель не працює або побудована з грубими помилками. - 11–18 балів — реалізовано одну або кілька моделей, базовий прогноз, але не всі метрики оцінено. - 19–23 балів — виконано повну побудову, валідацію моделей, базовий аналіз залишків. - 24–25 балів — порівняльний аналіз кількох моделей, правильна інтерпретація результатів, візуалізація.
Лабораторна робота 3. Інтелектуальне прогнозування часових рядів Застосування методів машинного навчання: регресійні дерева, випадкові ліси, нейронні мережі (зокрема RNN, LSTM, GRU), гібридні підходи; навчання моделей на часових рядах і порівняння з класичними підходами.	35 балів	- 0–15 балів — реалізація часткова, серйозні помилки в моделюванні або прогнозуванні. - 16–25 балів — побудовано мінімум одну модель (наприклад, LSTM), базовий аналіз точності. - 26–32 балів — реалізовано кілька ML-моделей, коректне порівняння з ARIMA/іншими класичними підходами. - 33–35 балів — глибокий аналіз, оптимізація гіперпараметрів, повноцінна візуалізація та інтерпретація.

Заключний тест за матеріалами курсу Підсумкове тестування за всіма темами курсу: теоретичні питання, аналіз результатів моделювання, побудова прогнозних моделей, інтерпретація метрик якості.	20 балів	- 0–8 балів — менш ніж 50% правильних відповідей, слабе розуміння базових понять. - 9–14 балів — знання основних моделей і термінів, помірне розуміння задач курсу. - 15–18 балів — впевнене орієнтування в методах, правильні висновки з прикладів. - 19–20 балів — повне засвоєння матеріалу, грамотна інтерпретація графіків, оцінок і методів.
--	----------	---

* Оцінювання здійснюється на основі об'єктивних критеріїв. Студент має право на зворотній зв'язок та апеляцію згідно з політикою університету.

Для отримання заліку «автоматом» необхідно:

- набрати не менше 60 балів за семестр;
- успішно захистити всі лабораторні роботи;
- скласти заключний тест;
- виконати індивідуальні завдання, якщо вони були задані.

Студенти, які не набрали необхідного мінімуму або бажають підвищити оцінку, мають можливість скласти додаткову залікову контрольну роботу у вигляді письмового тестування або виконання комплексного практичного завдання з розробки невеликого проєкту.

Шкала переведення рейтингових балів в оцінки:

Кількість балів	Оцінка
100–95	Відмінно
94–85	Дуже добре
84–75	Добре
74–65	Задовільно
64–60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, що виносяться на семестровий контроль, наведено у Додатку А.

Викладання дисципліни «Системи інтелектуального прогнозування часових рядів» поєднує традиційні форми — лекції та лабораторні заняття — з сучасними підходами до навчання, спрямованими на формування дослідницьких і прикладних навичок. Студенти залучаються до активного навчального процесу через командну взаємодію, аналітичні обговорення, презентації проєктів і рефлексивні сесії. Серед основних методів:

- **Проектно-орієнтоване навчання:** студенти розробляють інтелектуальні системи прогнозування на основі реальних або змодельованих часових рядів. Вони формують задачі, обирають методи моделювання (ARIMA, GARCH, RNN, LSTM, тощо), реалізують алгоритми у вигляді програмних модулів або інтерактивних звітів і презентують результати.

- **Дослідницький підхід:** навчання зосереджено на аналізі властивостей часових рядів, виявленні закономірностей, перевірці статистичних гіпотез, тестуванні прогнозних моделей. Студенти виконують порівняльний аналіз методів машинного навчання і класичних статистичних моделей у прикладних сферах — фінансах, енергетиці, економіці, охороні здоров'я.

- **Кейс-методи:** розглядаються практичні сценарії використання AR, ARIMA, GARCH, VAR, RNN, LSTM, GRU, коінтеграційних моделей на базі реальних даних. Студенти аналізують проблеми прогнозування, обґрунтовують вибір моделей і методів оцінювання ефективності.

- **Візуалізація результатів:** результати аналізу та прогнозування представляються у вигляді графіків, heatmap-діаграм, кореляційних матриць, інтерактивних панелей або презентацій. Наголос робиться на інтерпретацію статистичних висновків і візуальних підтверджень моделей.

- **Інформаційно-комунікаційні технології:** широко застосовуються програмні середовища (Python з бібліотеками pandas, statsmodels, scikit-learn, keras, prophet; R; EViews), а також інструменти для візуалізації (Matplotlib, Seaborn, Plotly), спільної розробки (Git, GitHub) і управління проєктами. Навчальний процес забезпечується за допомогою цифрових платформ — Google Classroom, електронний кампус, JupyterHub.

Комунікація з викладачем здійснюється через **інформаційну систему "Електронний кампус"**, платформу дистанційного навчання **"Гугл класрум"**, а також за допомогою електронної пошти, Telegram або веб-ресурсу викладача.

Матеріально-технічне забезпечення дисципліни

Для ефективного опанування дисципліни «Системи інтелектуального прогнозування часових рядів» необхідні наступні технічні та програмні ресурси:

- **Комп'ютери або ноутбуки з доступом до Інтернету** — для реалізації аналітичних моделей, запуску навчальних алгоритмів і обробки часових рядів.
- **Програмне забезпечення для математичного моделювання та машинного навчання, зокрема:**
 - **Python** (бібліотеки: pandas, numpy, statsmodels, scikit-learn, keras, prophet, matplotlib, seaborn);
 - **R** (пакети: forecast, tseries, urca, caret, ggplot2);
 - **EViews** (ознайомча або ліцензована версія — за наявності);
 - **MATLAB** (за потреби — при наявності ліцензії для університету або наукового підрозділу).
- **Середовища розробки коду:**
 - Jupyter Notebook / JupyterLab;
 - Visual Studio Code;
 - RStudio;
 - Google Colab (для віддаленої роботи).
- **Засоби візуалізації результатів та створення презентацій:**
 - Plotly, Tableau Public, Power BI (безкоштовна версія);
 - Google Sheets або Excel (з можливістю побудови графіків часових рядів).
- **Системи контролю версій та спільної розробки:**
 - Git;

- *GitHub або GitLab (з академічним безкоштовним доступом для командної роботи, версіювання і рецензування коду).*
- **Цифрові платформи для комунікації й навчання:**
 - *Google Classroom, Microsoft Teams, «Електронний кампус КПІ» — для організації навчального процесу, поширення матеріалів, перевірки звітів і тестування.*

Усі програмні засоби використовуються на умовах відкритої ліцензії або доступні безкоштовно для студентів і викладачів в межах академічного використання згідно з політикою університету.

Факультативне навчання.

Для поглиблення знань з “Системи інтелектуального аналізу часових рядів” студентам можуть рекомендуватися наступні онлайн-курси:

1. **Data Preparation&Manipulation** (Data Camp) <https://www.datacamp.com/>
2. **Probability & Statistics courses** (Data Camp)
<https://www.datacamp.com/category/probability-and-statistics?page=1>
3. **Data Analysis courses** (Data Camp) <https://www.datacamp.com/category/data-analysis>

Визнання результатів неформальної освіти.

За бажанням студента результати проходження сертифікованих онлайн-курсів можуть бути враховані у системі оцінювання згідно з Положенням про порядок визнання результатів навчання, набутих студентами КПІ ім. Ігоря Сікорського у неформальній/неформальній освіті:

<https://osvita.kpi.ua/node/179>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

*доцент кафедри штучного інтелекту,
PhD, Гуськова Віра Геннадіївна*

Ухвалено кафедрою штучного інтелекту (протокол №14 від 24.06.2025)

Погоджено Методичною комісією НН ІПСА (протокол №7 від 25.06.2025)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

Додаток А

1. Визначення часового ряду. Які існують типи часових рядів (неперервні, дискретні, моментні, агреговані)?
2. Основні характеристики часових рядів: тренд, сезонність, шум, випадкова складова.
3. Поняття стаціонарності. Чим відрізняються слабка та сильна стаціонарність?
4. Методи перевірки стаціонарності: ADF-тест, KPSS-тест, тест Філіпса-Перрона.
5. Алгоритм попереднього аналізу часового ряду: візуалізація, нормалізація, заповнення пропусків.
6. Методи декомпозиції: адитивна й мультиплікативна моделі; практичне значення компонент.
7. Автокореляційна та часткова автокореляційна функції (ACF, PACF): визначення та інтерпретація.
8. Оцінювання сезонності та тренду в часових рядах: метод ковзної середньої, STL-декомпозиція.
9. Моделі авторегресії (AR): структура, оцінювання параметрів, припущення.
10. Моделі ковзного середнього (MA): математичне означення, приклади застосування.
11. Комбіновані моделі ARMA: побудова, особливості підбору параметрів.
12. Моделі ARIMA: поняття інтегрування, правила побудови, ідентифікація порядку (p, d, q) .
13. Моделі SARIMA: сезонні компоненти, індексація, використання для періодичних даних.
14. Оцінка якості моделей: AIC, BIC, RMSE, MAE, MAPE — принципи та застосування.
15. Критерії відбору найкращої моделі: підхід Box-Jenkins, перебір, автоматичне моделювання.
16. Поняття залишків моделі та їх діагностика: перевірка нормальності, автокореляції.
17. Побудова прогнозу на основі ARIMA-моделі: формули, графіки, інтервали довіри.
18. Гетероскедастичні процеси: суть, поява в економічних рядах, основи моделювання.
19. Моделі ARCH та GARCH: принцип побудови, переваги у моделюванні волатильності.
20. Застосування моделей GARCH у фінансових часових рядах.
21. Багатовимірні часові ряди: відмінність від одновимірних, приклади застосування.
22. Векторна авторегресія (VAR): структура моделі, оцінювання, застосування.
23. Коінтеграція: суть явища, тест Енгла—Грейнджера, тест Йогансена.
24. Особливості нестаціонарних та структурно змінних рядів. Методи боротьби з нестабільністю.
25. Застосування дерева рішень та випадкових лісів до прогнозування часових рядів.
26. Нейронні мережі для аналізу часових рядів: MLP, RNN, LSTM, GRU — архітектури та особливості.
27. Особливості роботи LSTM-мереж: забудькуватий механізм, структура осередку.
28. Порівняння LSTM та GRU: сильні й слабкі сторони в задачах прогнозування.
29. Побудова гібридних моделей: комбінування статистичних і машинних підходів.
30. Апробація моделей прогнозування: cross-validation, walk-forward validation.
31. Методи обробки пропусків у часових рядах: імпутація, інтерполяція, заповнення середнім.
32. Основи роботи з бібліотеками Python для часових рядів: pandas, statsmodels, scikit-learn, keras.

33. Особливості моделювання часових рядів у середовищі EViews.
34. Побудова звітів і графіків на основі результатів моделювання. Інтерпретація результатів.
35. Застосування прогнозування в реальних задачах: економіка, енергетика, соціальні системи.