

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет електроніки та комп'ютерних технологій**  
**Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій**

**Затверджено**

На засіданні кафедри ОІТ  
факультету електроніки та комп'ютерних  
технологій

Львівського національного університету  
імені Івана Франка

(протокол № \_\_\_\_ від 31 серпня 2020 р.)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**«Аналіз часових послідовностей»,**  
**що викладається в межах ОПП «Інформаційні системи та**  
**технології» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для**  
**здобувачів зі спеціальності**  
**126 «Інформаційні системи та технології»**

<b>Назва дисципліни</b>	Аналіз часових послідовностей
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	м. Львів, вул. Генерала Тарнавського, 107
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	12 Інформаційні технології, 126 Інформаційні системи та технології
<b>Викладачі дисципліни</b>	Мостова Мар'яна Романівна, канд. фіз.-мат. наук, асистент
<b>Контактна інформація викладачів</b>	Mariana.Mostova@lnu.edu.ua, <a href="https://electronics.lnu.edu.ua/employee/mostova-mariana-romanivna">https://electronics.lnu.edu.ua/employee/mostova-mariana-romanivna</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams або Zoom. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
<b>Сторінка дисципліни</b>	<a href="http://194.44.208.156/moodle/course/view.php?id=70">http://194.44.208.156/moodle/course/view.php?id=70</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Аналіз часових рядів» є вибірковою навчальною дисципліною з спеціальності 126 Інформаційні системи та технології для освітньої програми «Інформаційні системи та технології», що викладається в 7 семестрі в обсязі 5,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб розв'язувати типові задачі дослідження часових рядів. Тому у дисципліні представлено як огляд концепцій теорії та аналізу часових рядів, так і засобів та інструментів, які потрібні для аналізу та короткотермінового прогнозування процесів.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Аналіз часових рядів» є ознайомлення студентів з основами теорії часових рядів для оволодіння сучасними підходами аналізу та прогнозування часових рядів та навиками їх ефективного застосування.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	Основна література: 1. Brockwell P.J., Davis R.A. Time series: theory and methods. 2nd ed. – Springer, 2006. – 589 p. 2. Brockwell P.J., Davis R.A. Introduction to time series: and forecasting. 2nd ed. – Springer, 2002. – 449 p. 3. Суслов В.И., Ибрагимов Н.М., Талышева Л.П., Цыплаков А.А. Эконометрия: Учебное пособие. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2005. – 744 с. Додаткова література: 4. Wei William W.S. Time series analysis. Univariate and multivariate methods. 2nd ed. – Pearson Education, 2006. – 634 p. 5. Бриллинджер Д. Временные ряды. Обработка данных и теория. – М.: Мир, 1980. – 536 с. 6. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. – М.: Мир, 1974. – 408 с. 7. Dickey D. A. Distribution of the estimators for autoregressive time-series with a unit root / D. A. Dickey, W. A. Fuller // Journal of the American statistical association. – 1979. – V. 74. – Pp. 427–431. 27. 8. Gencay R. Differentiating intraday seasonalities through wavelet multi-scaling / R. Gencay, F. Selcuk, B. Whitcher // A. Physica, 2001. – № 289. – P. 543–556. 28. 9. Granger C. W. Time series modelling and interpretation / C. W. Granger,

	<p>M. J. Morris //J. of the Royal Stat. Soc. – 1976. – Ser. A. – Vol. 139. – Part. 2, Pp. 234–256. 29.</p> <p>10. Granger C. W. J. Forecasting economic time series / C. W. J. Granger, P. Newbold. – 2nd ed. – N. Y. : Academic Press, 1986. – 324 p.</p> <p>11. Palma W. Long-memory time series. Theory and methods. – New Jersey :Wiley, 2007. – 307 p.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 101 година самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знати основні поняття теорії часових рядів; методику статистичного аналізу даних; методи оцінювання структури математичних і статистичних моделей з використанням часових рядів; методи аналізу стаціонарних та нестаціонарних процесів; прості методи прогнозування та критерії оцінки точності прогнозів.</li> <li>- Вміти класифікувати та вирішувати типові задачі аналізу часових рядів; теоретично аналізувати основні моделі часових рядів; застосовувати алгоритми оцінювання параметрів математичних моделей; застосовувати комп'ютерну техніку для вирішення відповідних задач; розробляти та реалізувати алгоритми аналізу рядів; працювати з відповідними програмними продуктами.</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	Часові ряди, стаціонарні процеси, кореляційний аналіз, спектральний аналіз, прогнозування.
<b>Формат курсу</b>	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Див. СХЕМА КУРСУ
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Вища математика», «Дискретна математика», «Теорія ймовірності та математична статистика», «Ймовірнісні процеси», «Програмування», «Бази даних».
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія.
<b>Необхідне обладнання</b>	Мультимедіа, платформа Moodle, комп'ютерне програмне забезпечення
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторні роботи: 60% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 60.</li> <li>• контрольні заміри (2 модулі): 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40.</li> </ul> <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <hr/> <p><b>Контрольні заміри проводяться у формі тестових завдань. Академічна доброчесність:</b> Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем,</p>

	<p>незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Питання до контрольних робіт</b>	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань певних тем до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці курсу.
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

### СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	<b>Вступ до теорії часових рядів. Приклади.</b> Поняття часових рядів. Дискретні та неперервні ряди. Основні завдання та методи дослідження рядів. Практичні приклади та застосування. Прогнозування в економіці, природних явищах і т.п.	Лекція	1, 2, 4, 5	Пошук та обробка статистичних даних, початковий аналіз часових рядів	3 тиж. семестру
2-5	<b>Стационарні та нестационарні часові ряди.</b> Поняття стохастичного процесу. Стационарність. Основні числові характеристики часових рядів, автокореляційна та автоковаріаційна функції. Корелограма. Крос-кореляція. Часовий лаг $\tau$ . Додатні (позитивні) та від'ємні (негативні) кореляції. Випадкові (стохастичні) часові ряди. Рандомні генератори. Перевірки на рандомність і критерії. Розподіл імовірності значень рандомних рядів. Шуми. Білий шум. Інші типи шумів. Моделювання рандомних рядів.	Лекція	1, 2, 3, 5	Генерування випадкових часових рядів. Перевірка на випадковість	4 тиж. семестру
6	<b>Декомпозиція часового ряду. Методи зведення часового ряду до стационарного.</b> Детермінована та випадкова складові ряду. Види трендів: лінійний, степеневий, періодичний, логістичний. Типи нестационарних часових рядів.	Лекція	1, 3, 6	Моделювання часових рядів із заданим типом тренду	6 тиж. семестру

	Методи оцінки та виділення тренду і сезонної складової в часових рядах. Різницевий оператор.				
7	<b>Згладжування часових рядів.</b> Метод ковзних середніх, методи експоненційного згладжування, інші типи згладжування часових рядів.	Лекція	1, 3	Методи згладжування часових рядів.	7 тиж. семестру
8, 9	<b>Моделі часових рядів.</b> Означення, властивості моделей AR, MA, ARMA, ARIMA. Основні принципи побудови та аналізу, підбір параметрів. Оцінки моделей. Теорема Вольда.	Лекція	1, 2, 3, 5, 6	Моделювання циклічної компоненти часового ряду.	9 тиж. семестру
10, 11	<b>Кореляції в рядах.</b> Випадок відсутності кореляцій. Короткосяжні (short-term, short-range) кореляції. Експоненційне затухання кореляційної функції $C(\tau)$ . Довгосяжні (long-term, long-range) кореляції або «пам'ять» у часових рядах. Короткотривала та довготривала «пам'ять». Степеневе затухання $C(\tau)$ . Самоподібні ряди. Фрактальні закономірності в рядах. Методи вивчення кореляцій. Метод випадкових прогулянок (random walk).	Лекція	1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 11	Побудова і аналіз моделі на зразок AR, MA, ARMA, ARIMA	11 тиж. семестру
12, 13	<b>Спектральний аналіз часових рядів.</b> Фур'є-перетворення часових рядів. Фур'є-спектр. Спектр потужності (power spectrum). Спектрограма та періодограма. Дослідження спектру потужності. Метод Герста (Hurst). Показник степеня Герста.	Лекція	2, 3, 10	Спектральний аналіз часових рядів	13 тиж. семестру
14-16	<b>Флуктуації. Основні методи флуктуаційного аналізу.</b> Метод флуктуаційного аналізу (FA). Підхід біжучого вікна змінного розміру в дослідженні флуктуацій. Практична реалізація алгоритму біжучого вікна. Нормальні та аномальні флуктуації. Метод детрендованого флуктуаційного аналізу (DFA). Складніші методи. Відносні флуктуації. Поняття скейлінгу флуктуацій. «Самоусереднювані» статистичні величини, для яких відносні флуктуації загасають до нуля зі зростанням розмірів системи.	Лекція	4, 5, 6, 8	Методи FA і DFA для числових рядів.	16 тиж. семестру