

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Механіко-математичний факультет**  
**Кафедра математичної економіки, економетрії,**  
**фінансової та страхової математики**

**Затверджено**

на засіданні кафедри математичної  
економіки, економетрії, фінансової та  
страхової математики

механіко-математичного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 12 від 30 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри

 проф. Кирилич В. М.

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**"Часові ряди",**  
що викладається в межах ОПП  
"Актуарна та фінансова математика",  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю 111 Математика

<b>Назва дисципліни</b>	Часові ряди
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичний факультет, кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань 11 Математика і статистика, спеціальність 111 Математика
<b>Викладачі дисципліни</b>	Вус Андрій Ярославович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/vus-a-ya">https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/vus-a-ya</a> <a href="mailto:andriy.vus@lnu.edu.ua">andriy.vus@lnu.edu.ua</a> <a href="mailto:andrij_vus@ukr.net">andrij_vus@ukr.net</a>  Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 376, м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Очні консультації в ауд. 380, вівторок о 14.00
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	
<b>Сторінка дисципліни</b>	Сайт дистанційного навчання <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/chasovi-ryady-dlya-mahistriv">https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/chasovi-ryady-dlya-mahistriv</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна пп 2.1.2.03 "Часові ряди" є вибірковою дисципліною із спеціальності 111 Математика для освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти "Актуарна та фінансова математика", яка викладається у 1 семестрі в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідних методичних та методологічних знань і практичних навичок з питань використання математичного апарату часових рядів для вирішення задач прогнозування.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення дисципліни є ознайомлення з теоретичними основами та практичним інструментарієм прогнозування соціально-економічних процесів, визначення можливих станів економічних об'єктів у майбутньому, дослідження закономірностей їх розвитку за різних умов. Цілі навчальної дисципліни:

	<p>–оволодіти теоретичними основами розробки прогнозів соціальних і економічних процесів;</p> <p>–оволодіти теоретичними основами і набути практичних навиків щодо застосування аналітичних та механічних методів вирівнювання динамічних рядів;</p> <p>–оволодіти теоретичними основами щодо методів оцінювання достовірності моделі та її параметрів, прогнозних характеристик моделі;</p> <p>–оволодіти теоретичними основами і набути практичних навиків щодо визначення основних економічних характеристик розрахованих прогнозованих показників;</p> <p>–набути практичних навиків застосування теоретичних знань для можливостей використання різних моделей та методів в прогнозуванні соціальних та економічних процесів</p>
<p><b>Література для вивчення дисципліни</b></p>	<p><i>Основна література:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Малицька Г.П. Прогнозування економічних і соціальних процесів: навч. посіб. / І.С. Благун, І.В. Буртняк, Г.П. Малицька; 2011. –131 с.</li> <li>2. Геєць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О.І., Іванов В.В., Дубровіна Н.А. Моделіі методи соціально-економічного прогнозування. –Х. : ВД "Інжек", 2005. –396 с.</li> <li>3. Кічор В.П., Фещур Р.В., Козик В.В., Воробець С.Й., Селюченко Н.С.Економіко-статистичне моделювання іпрогнозування: навч. посіб. –Л., 2007. –156 с.</li> <li>4. Лук'яненко І., Городніченко Ю. Сучасні економетричні методи у фінансах : навч. посібн.–К. :Літера ЛТД, 2002. –352 с.</li> <li>5. Beran J. Mathematical Foundations of Time Series Analysis: A Concise Introduction. – Springer, 2017. – 307 p.</li> <li>6. Mather B. Time Series with Python: How to Implement Time Series Analysis and Forecasting Using Python. – Independently published, 2020. – 170 p.</li> <li>7. Mills T. Applied Time Series Analysis: A Practical Guide to Modeling and Forecasting, – Academic Press, 2019. – 327 p.</li> </ol> <p><i>Додаткова література</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Матвієнко В.Я.Прогностика. Прогнозування соціальних та економічних процесів: теорія, методика, практика : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. –К. : Укр. пропілеї, 2000. –480 с.</li> <li>9. Присенко Г.В., Равікович Є.І.Прогнозування соціально-економічних процесів: навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисципліни –К., 2005. –224 с.</li> <li>10. Раєвська О.В., Стрижиченко К.А., Гольцяєва Л.А., Чанкіна І.В. Статистичне моделювання тапрогнозування: навч. посіб. для студентів ВНЗ / за ред.: О. В. Раєвська. –Харків : Інжек, 2014.</li> </ol>
<p><b>Обсяг курсу</b></p>	<p>64 годин аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 годин лабораторних робіт/практичних занять та 96 годин самостійної роботи.</p>

<p><b>Очікувані результати навчання</b></p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- види, показники, складові рівні часових рядів;</li> <li>- основні моделі часових рядів;</li> <li>- основні підходи до аналізу часових рядів;</li> <li>- особливості прогнозування часових рядів;</li> </ul> <p>уміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-провести попередній та статистичний аналіз часових рядів;</li> <li>-зробити прогноз досліджуваного процесу на певний час у майбутнє;</li> <li>-визначати, як потрібно впливати на об'єкт, щоб одержати задані параметри його функціонування;</li> <li>-вибрати та застосувати сучасні методи аналізу часового ряду;</li> <li>-визначити, чи існують взаємозв'язки між обраними параметрами процесу, і який їх вид;</li> <li>-визначити, чи існує взаємозв'язок між деякими процесами;</li> <li>-зробити змістовні висновки на основі проведеного аналізу.</li> </ul> <p>Курс забезпечує набуття таких фахових компетентностей: ЗК 1, ЗК 4, ЗК 5, ФК 1, ФК 6, ФК 7; та програмних результатів навчання: ПРН 1, ПРН 9, ПРН 10, ПРН 15, ПРН 17, ПРН 18.</p>
<p><b>Ключові слова</b></p>	<p>Часові ряди, прогнозування, похибка прогнозу, тренд, стаціонарність, ARIMA-модель, автокореляція, мультиколінеарність, періодограма, гетероскедастичність,</p>
<p><b>Формат курсу</b></p>	<p>Очний. Проведення лекцій, практичних занять і консультацій.</p>
<p><b>Теми</b></p>	<p><b>Змістовий модуль 1. Вступ до аналізу часових рядів.</b> Тема 1. Основні категорії аналізу часових рядів. Тема 2. Методи дослідження та виміру стійкості рівнів часового ряду. Тема 3 Компонентний аналіз часового ряду. Тема 4. Методи згладжування часових рядів. <b>Змістовий модуль 2. Моделювання компонентів часового ряду.</b> Тема 5. Моделювання трендової компоненти. Тема 6. Моделювання періодичних компонент часового ряду. Тема 7. Моделювання випадкової компоненти Тема 8. Моделі зв'язаних часових рядів (автокореляція). Тема 9. Моделі часових рядів з лаговими змінними. Тема 10. Прості методи прогновної екстраполяції. Тема 11. Прогнозування на підставі кривих зростання.</p>
<p><b>Підсумковий контроль, форма</b></p>	<p>Комбінований іспит в кінці семестру</p>
<p><b>Пререквізити</b></p>	<p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Математичний аналіз I», «Математичний аналіз II», «Теорія ймовірності та математична статистика», «Диференціальні рівняння», «Випадкові процеси» .</p>

<p><b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b></p>	<p>Презентації, лекції Індивідуальні завдання Групові проекти, менторство</p>
<p><b>Необхідне обладнання</b></p>	<p>Комп'ютер із програмним забезпеченням, необхідним для виконання лабораторних робіт (електронні таблиці), доступ до мережі Internet.</p>
<p><b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b></p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• індивідуальні завдання: 35% семестрової оцінки, максимальна кількість балів – 35.</li> <li>• написання тестового модуля: 10% семестрової оцінки, кількість балів – 10.</li> <li>• додаткові бали за активну участь на заняттях – 5% семестрової оцінки, максимальна кількість балів – 5.</li> <li>• комбінований іспит – 50 % семестрової оцінки, максимальна кількість балів – 50.</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Роботи студентів повинні бути їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів кваліфікуються як прояви академічної недоброчесності.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Усі студенти зобов'язані відвідувати усі лекції, практичні та лабораторні заняття курсу, дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт та індивідуальних завдань.</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 також заохочуються до використання інших літературних джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані при поточному опитуванні, виконанні самостійних робіт, бали проміжкових та підсумкових тестування. Обов'язково враховуються активність студентів під час занять, своєчасність виконання поставлених завдань, не допускається списування та плагіат.</p>
<p><b>Питання до екзамену (чи питання до контрольної роботи)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Класифікація методів прогнозування.</li> <li>2. Основні поняття і види часових рядів.</li> <li>3. Класифікація часових рядів.</li> <li>4. Вимоги порівнянності, однорідності, стійкості, достатньої сукупності спостережень.</li> <li>5. Структурний аналіз часового ряду (тренд, циклічна, сезонна, випадкова складові).</li> <li>6. Стаціонарні та нестаціонарні процеси.</li> <li>7. Перевірка стаціонарності та оцінка наявності тренду в дослідженні часового ряду (метод Форстера-Стьюарта).</li> <li>8. Прості методи прогнозування.</li> <li>9. Особливості простих методів прогнозування.</li> <li>10. Методи інтерполяції.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Метод двох крайніх точок.</li> <li>12. Метод середніх групових точок.</li> <li>13. Прогнозування на основі показників динаміки.</li> <li>14. Екстраполяція одномірних рядів методом середнього рівня.</li> <li>15. Особливості методів короткострокового прогнозування.</li> <li>16. Прогнозування методом ковзної середньої.</li> <li>17. Метод експоненційного згладжування та його різноманітні форми.</li> <li>18. Аналіз моделей вибору значення коефіцієнта згладжування.</li> <li>19. Трендові моделі.</li> <li>20. Оцінка адекватності і точності трендових моделей.</li> <li>21. Прогнозування економічної динаміки на основі трендових моделей.</li> <li>22. Метод послідовних різниць (Тінтнера).</li> <li>23. Моделі лінійного фільтру стаціонарних процесів.</li> <li>24. Моделі авторегресії.</li> <li>25. Моделі ковзного середнього.</li> <li>26. Моделі авторегресії та ковзного середнього.</li> <li>27. Методологія прогнозування Бокса-Дженкінса (модель ARIMA).</li> <li>28. Парні моделі прогнозування.</li> <li>29. Побудова прогнозів на основі багатофакторних регресійних моделей.</li> <li>30. Етапи процесу прогнозування на основі регресійних моделей.</li> <li>31. Сутність і різновиди експертних методів.</li> <li>32. Метод експертного оцінювання Дельфі.</li> <li>33. Визначення кількісних параметрів і показників експертного опитування.</li> <li>34. Демографічні прогнози.</li> <li>35. Поняття якості прогнозу.</li> <li>36. Точність на надійність прогнозової моделі.</li> <li>37. Параметричні та непараметричні методи визначення точності прогнозу.</li> <li>38. Перевірка гіпотези стосовно правильності вибору виду тренду.</li> </ol>
<b>Опитування</b>	Анкет-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенні курсу.

### Схема курсу "Часові ряди"

Тижні	Лекції		Практичні заняття		Самост. робота
	Тема заняття	К-ть годин	Тема заняття	К-ть годин	К-ть годин
1	Система і принципи економічного прогнозування Економічне прогнозування, його суть. Поняття системи	2	Часові ряди та їх основні характеристики	2	6

	соціально-економічного прогнозування. Класифікація прогнозів. Принципи економічного прогнозування. Основні функції та задачі прогнозування. Класифікація методів прогнозування. Інформаційне забезпечення прогнозування				
2	Часові ряди та їх основні характеристики Основні поняття і види часових рядів. Класифікація часових рядів. Характеристики динаміки часового ряду. Коригування рівнів часових рядів: вимоги порівнянності, однорідності, стійкості, достатньої сукупності спостережень. Метод Ірвіна.	2	Класифікація часових рядів. Характеристики динаміки часового ряду.	2	6
3	Часові ряди та їх основні характеристики Структурний аналіз часового ряду (тренд, циклічна, сезонна, випадкова складові). Стаціонарні та нестаціонарні процеси. Перевірка стаціонарності та оцінка наявності тренду в дослідженні часового ряду (метод Форстера-Стьюарта).	2	Прості методи прогнозування	2	6
4	Прості методи прогнозування Прості методи прогнозування. Особливості простих методів прогнозування. Методи інтерполяції. Метод двох крайніх точок. Метод середніх групових точок. Прогнозування на основі показників динаміки.	2	Методи інтерполяції.	2	6
5	Екстраполяція одномірних рядів методом середнього рівня. Екстраполяція за середнім абсолютним приростом та середнім темпом зростання	2	Адаптивні методи прогнозування	2	6
6	Адаптивні методи прогнозування Особливості методів короткострокового	2	Короткострокове прогнозування	2	6

	прогнозування. Прогнозування методом ковзної середньої. Метод експоненційного згладжування та його різноманітні форми.				
7	Метод експонентного згладжування та його різноманітні форми. Аналіз моделей вибору значення коефіцієнта згладжування	2	Консультація.Лабораторна робота	2	6
8	Методи та моделі прогнозування одновимірних процесів Прогнозування економічної динаміки на основі трендових моделей. Види кривих зростання. Способи вибору форми кривої. Візуальний метод. Метод послідовних різниць (Тінтнера). Метод характеристик приросту.	2	Прогнозування економічної динаміки на основі трендових моделей.	2	6
9	Моделі авторегресії. Моделі ковзного середнього. Модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього. Методологія прогнозування Бокса-Дженкінса (модель ARIMA).	2	Реалізація прогнозування Бокса-Дженкінса	2	6
10	Багатофакторні моделі. Методи побудови багатофакторних моделей. Оцінювання параметрів та дослідження багатофакторних моделей. Розрахунок прогнозів на основі багатофакторних моделей.	2	Методи та моделі прогнозування одновимірних процесів	2	6
11	Багатофакторний коефіцієнт кореляції і детермінації. Перевірка значущості моделі. Значущість оцінок параметрів моделі і довірчі інтервали. Явище мультиколінеарності. Алгоритм Фаррара-Глобера. Гребнева регресія. Явище автокореляції	2	Методи та моделі прогнозування багатовимірних процесів	2	6



12	<p>Методи та моделі прогнозування багатовимірних процесів</p> <p>Багатофакторний коефіцієнт кореляції і детермінації.</p> <p>Перевірка значущості моделі.</p> <p>Значущість оцінок параметрів моделі і довірчі інтервали</p> <p>Експертні методи прогнозування</p> <p>Сутність і різновиди експертних методів. Метод експертного оцінювання Дельфі. Відбір експертів. Організація і проведення експертного опитування.</p>	2	Порівняння експертних методів	2	6
13	<p>Визначення кількісних параметрів і показників експертного опитування. Оцінювання ступеня узгодженості думок. Аналіз результатів опитування експертів.</p> <p>Сумісне використання результатів прогнозування за експертними та математичними методами.</p>	2	Моделі прогнозування динаміки основних процесів соціально-економічного розвитку	2	6
14	<p>Моделі прогнозування динаміки основних процесів соціально-економічного розвитку</p> <p>Моделі прогнозування економіки держави, регіону, області.</p> <p>Прогнозування економічного зростання. Прогнозування конкурентоспроможності в ринковій економіці.</p> <p>Прогнозування інфляції. Моделі прогнозування науково-технічного прогресу та інноваційної діяльності.</p>	2	Моделі прогнозування динаміки основних процесів соціально-економічного розвитку	2	6
15	<p>Моделі прогнозування динаміки основних процесів соціально-економічного розвитку</p> <p>Прогнозування трудових ресурсів, зайнятості населення та безробіття. Прогнозування соціального розвитку та рівня життя населення. Прогнозування</p>	2	Експертні методи прогнозування	2	6

	попиту на товари й послуги. Демографічні прогнози				
16	Оцінювання прогнозів Поняття якості прогнозу. Точність на надійність прогнозної моделі. Параметричні та непараметричні методи визначення точності прогнозу. Перевірка гіпотези стосовно правильності вибору виду тренду. Інтегровані критерії точності та адекватності.	2	Оцінювання прогнозів	2	6
<b>Всього</b>		<b>32</b>		<b>32</b>	<b>96</b>