


**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**  
**«ТЕОРІЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ»,**

що викладається в межах ОПП «Комп'ютерна алгебра, криптологія та теорія ігор»,  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
для здобувачів зі спеціальності 111 – Математика

<b>Назва дисципліни</b>	Теорія часових рядів
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка, механіко-математичний факультет Україна, м. Львів, вул. Університетська, 1, 79000
<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>	11 – математика і статистика; 111 – математика; спеціалізація математична економіка та економетрика Спеціальність: 014 Середня освіта (Математика)
<b>Викладачі дисципліни</b>	<b>Вус Андрій Ярославович</b> , канд. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
<b>Контактна інформація викладачів</b>	Електронна пошта: andriy.vus@lnu.edu.ua, веб-сторінка: <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/vus-a-ya">https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/vus-a-ya</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій або практичних занять (за попередньою домовленістю) за адресою: м. Львів, вул. Університетська 1, ауд. 379. Можливі консультації онлайн на платформі Zoom або Microsoft Teams (за попередньою домовленістю). Для погодження часу консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
<b>Сторінка дисципліни</b>	Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua) <a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4563">https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4563</a>
<b>Інформація про дисципліну</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>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна «Теорія часових рядів» є вибірковою дисципліною зі спеціальності «Математика» для освітньої програми «Комп'ютерна алгебра, криптологія та теорія ігор», яка викладається у 8 семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<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:  –оволодіти теоретичними основами розробки прогнозів соціальних і економічних процесів;  –оволодіти теоретичними основами і набути практичних навичок щодо застосування аналітичних та механічних методів вирівнювання динамічних рядів;  –оволодіти теоретичними основами щодо методів оцінювання достовірності моделі та її параметрів, прогнозних характеристик моделі;  –оволодіти теоретичними основами і набути практичних навичок щодо визначення

	основних економічних характеристик розрахованих прогнозованих показників; –набути практичних навиків застосування теоретичних знань для можливостей використання різних моделей та методів в прогнозуванні соціальних та економічних процесів
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оліскевич М.О. Основи економетрії часових рядів. Навчальний посібник. – Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008. – 321с.</li> <li>2. Enders W. Applied Econometric Time series / Walter Enders. – John Wiley &amp; Sons. Inc., 4th edition. New York, 2014. – 496 p.</li> <li>3. Greene, William H. (2011). Econometric Analysis, 7th Edition. Pearson Education Ltd. 962P.</li> <li>4. Tsay, Ruey S. (2010). Analysis of Financial Time Series, 3rd Edition. Wiley Publisher. 720 P.</li> <li>5. Oliskevych, M., Lukianenko, I. (2020). European unemployment nonlinear dynamics over the business cycles: Markov switching approach. Global Business and Economics Review (Scopus). Inderscience Publishers (IEL). Genève. Vol. 22, Issue 4, pp. 375 – 401.</li> <li>7. Oliskevych, M. and Lukianenko, I. (2019). Labor Force Participation in Eastern European Countries: Nonlinear Modeling. Journal of Economic Studies, (Scopus). Emerald Publishing. Melbourne. Vol. 46 No. 6, pp. 1258-1279.</li> <li>8. Oliskevych M., Beregova, G., Tokarchuk, V. (2018). Fuel Consumption in Ukraine: Evidence from Vector Error Correction Model. International Journal of Energy Economics and Policy (Scopus). Vol. 8(5). pp. 58–63.</li> <li>9. Кирилич В. М., Оліскевич М. О. (2012). Економетричне моделювання макроекономічних процесів. Економічні коливання, гроші та інфляція. Векторні авторегресійні моделі: навч.-метод. посібник. Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка. 144 с.</li> <li>10. Оліскевич М. О. (2012). Економетричне моделювання макроекономічних процесів: Людський капітал. Моделі для панельних даних. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 96 с</li> </ol>
<b>Тривалість курсу</b>	Один семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	150 годин. З них: 72 години аудиторних занять (36 години лекцій і 36 години практичних занять) та 78 год. самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Знати теоретичні базові поняття і закони економетрії часових рядів, поняття слабкої та сильної стаціонарності процесів, означення процесу білого шуму, специфікацію та властивості процесів рухомого середнього <math>MA(q)</math>, специфікацію та властивості авторегресійних процесів <math>AR(p)</math>, специфікацію та властивості мішаних авторегресійних процесів рухомого середнього <math>ARMA(p,q)</math>, типи та характеристики нестационарних рядів, критерії тестування одиничного кореня в різних специфікаціях, поняття інтегрованих процесів, визначення та властивості автокореляційної та часткової автокореляційної функції, принципи моделювання Бокса-Дженкінса, критерії порівняння прогнозів</li> <li>– Вміти аналізувати економетричні моделі часових рядів, знаходити математичне сподівання, дисперсію та автокореляції процесів рухомого середнього, авторегресійних процесів, мішаних авторегресійних процесів рухомого середнього, досліджувати стаціонарність, досліджувати перші та другі різниці ряду, темпи приросту показників, визначати порядок інтегрованості ряду, тестувати ряди на наявність одиничного кореня у різних специфікаціях, знаходити точкові та інтервальні прогнози економічних показників, порівнювати точність різних прогнозів, реалізовувати вказані засоби економетричного аналізу за допомогою</li> </ul>

	<p>економетричного пакету EViews.</p> <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання.</p> <p><b>Загальні компетентності:</b></p> <p>ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;</p> <p>ЗК-2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;</p> <p>ЗК-5 Здатність спілкуватися іноземною мовою;</p> <p>ЗК-6 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;</p> <p>ЗК-8 Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;</p> <p>ЗК-12 Здатність працювати автономно.</p> <p><b>Спеціальні компетентності:</b></p> <p>СК-2 Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі;</p> <p>СК-5 Здатність до кількісного мислення;</p> <p>СК-6 Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;</p> <p>СК-7 Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;</p> <p>СК-9 Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм;</p> <p>СК-11 Здатність до розробки методів шифрування та дешифрування інформації за допомогою комп'ютерної алгебри та криптології</p> <p>СК-12 Здатність до аналізу та оцінки методів шифрування та складності їх обчислень.</p> <p><b>Результати навчання:</b></p> <p>РН-5 Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси;</p> <p>РН-6 Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів;</p> <p>РН-9 Уміти працювати зі спеціальною літературою іноземною мовою;</p> <p>РН-12 Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації;</p> <p>РН-17 Знати теоретичні основи і застосовувати основні методи теорії ймовірностей, теорії випадкових процесів і математичної статистики для дослідження випадкових явищ, перевірки гіпотез, обробки реальних даних та аналізу тривалих випадкових явищ;</p> <p>РН-20 Розв'язувати основні математичні задачі аналізу даних; застосовувати базові загальні математичні моделі для специфічних ситуацій, мати навички управління інформацією, і застосування комп'ютерних засобів статистичного аналізу даних;</p> <p>РН-22 Вміти розробляти методи шифрування та дешифрування інформації за допомогою комп'ютерної алгебри та криптології.</p> <p>РН-24 Вміти аналізувати та оцінювати методи шифрування та складність їх обчислень, будувати математичні моделі прийняття оптимальних рішень в умовах конфлікту чи невизначеності.</p>
<b>Ключові слова</b>	Моделі часових рядів, MA модель, AR модель, мішана авторегресійна модель рухомого середнього, прогнозування, сезонність, тренд
<b>Формат дисципліни</b>	Очний

<b>Теми</b>	<p>Тема 1. Графічний аналіз часового ряду. Описові статистики. Адитивний і мультиплікативний розклад. Моделювання детермінованого тренду. Прогнозування тренду. Міри точності прогнозування.</p> <p>Тема 2. Моделювання сезонності. Методи оцінювання сезонної компоненти. Мультиплікативний та адитивний метод рухомого середнього.</p> <p>Тема 3. Методи експоненціального згладжування. Просте та подвійне експоненціальне згладжування Брауна. Подвійне експоненціальне згладжування Голта-Вінтерса (адитивна та мультиплікативна модель). Фільтр Годріка—Прескотта. Методи інтерполяції.</p> <p>Тема 4. Слабка та сильна стаціонарність часових рядів, їх характеристики. Процес білого шуму.</p> <p>Тема 5. Процеси рухомого середнього <math>MA(q)</math>, авторегресійні процеси <math>AR(p)</math>, мішані авторегресійні процеси рухомого середнього <math>ARMA(p,q)</math>, їх характеристики і властивості.</p> <p>Тема 6. Тестування стаціонарності. ACF, PACF. Ідентифікація типу часового ряду. Моделювання Бокса-Дженкінса.</p> <p>Тема 6. Оцінювання параметрів моделей часових рядів. Оцінки методу максимальної правдоподібності. Критерії тестування гіпотез, які ґрунтуються на функції правдоподібності.</p> <p>Тема 7. Типи нестаціонарних часових рядів та їх характеристики. Трендово та різницево-стаціонарні процеси. Інтегровані процеси. Тестування одиничного кореня. Тести Дікі-Фуллера. ARIMA моделювання.</p>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	<p>Іспит в кінці семестру</p> <p>Іспит – письмовий</p>
<b>Пререквізити</b>	<p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії ймовірностей і статистики, основ економетрії, достатніх для сприйняття категоріального апарату методів побудови моделей часових рядів, розуміння джерел динаміки поведінки, основ статистичного тестування гіпотез</p>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання дисципліни</b>	<p>Лекції, виконання лабораторних робіт, консультації.</p>
<b>Необхідне обладнання</b>	<p>Дошка, крейда, навчальні посібники, мультимедійний проектор, комп'ютер, доступ до мережі «Інтернет», доступ до платформ Microsoft Teams, Zoom, Telegram, електронна пошта.</p>
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Індивідуальні завдання, кожне по 15 балів: максимальна кількість балів 30 – 30% семестрової оцінки;</li> <li>• Контрольні заміри (тести в системі Moodle) – 20% семестрової оцінки;</li> <li>• Іспит: 50% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 50.</li> </ul> <p>Загалом протягом семестру 100 балів.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають два індивідуальні завдання (побудова та оцінювання моделей, аналіз моделювання в EViews).</p>

Порядок вивчення та оцінювання дисципліни доводиться до відома студентів протягом семестру. Успішність навчання студентів оцінюється за шкалою.

**Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS**

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	За національною шкалою	
		Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
81-89	B	Добре	
71-80	C		
61-70	D	Задовільно	
51-60	E		
0-50	F/FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання

Бали в діапазоні 90–100 означають, що студент виявив всебічні, систематизовані, глибокі знання програмного матеріалу, уміння вільно виконувати завдання передбачені програмою. Знання основної і ознайомлення з додатковою літературою, передбачених програмою на рівні творчого використання.

Бали в діапазоні 71–89 означають, що студент виявив загалом добрі знання навчального матеріалу, але допустив ряд помітних помилок, показав систематичний характер знань з дисципліни, здатний їх використовувати та поповнювати в процесі подальшого навчання.

Бали в діапазоні 61–70 означають, що студент виявив знання основного навчального матеріалу, справився з виконанням завдань, передбачених програмою, ознайомився з основою літературою, рекомендованою програмою, допустив значну кількість помилок у відповідях на запитання, тестуванні, при виконанні завдань.

Бали в діапазоні 51–60 свідчать про значні недоліки в знаннях основного навчального матеріалу, про принципові помилки при виконанні передбачених програмою завдань.

Бали в діапазоні 1–50 означають, що студент не мав знань зі значної частини навчального матеріалу, допускав принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань, неспроможний самостійно засвоїти програмний матеріал і потребує повторного вивчення дисципліни.

**Письмові роботи:** Очікується, що студенти протягом семестру виконають дві контрольні роботи та два колоквиуми. Варіант контрольної роботи включає в себе задачі відповідного змістовного модуля різних типів та рівнів складності. Колоквиум передбачає виконання тестових теоретичних завдань та надання розгорнутих відповідей на теоретичні питання з доведеннями теорем.

**Академічна доброчесність.** Очікується, що студенти виконуватимуть навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю самостійно, не користуються недозволеними засобами, не видають за свої результати роботи інших людей. При використанні чужих ідей і тверджень у власних роботах посилаються на використані джерела інформації. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу

	<p>інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми недоброчесності не толеруються.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття дисципліни. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. За згодою декана та викладача дозволяється перейти на індивідуальний графік занять. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх передбачених видів робіт.</p> <p><b>Література.</b> Література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, може бути 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 поточного та підсумкового контролю, а також самостійної роботи. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного 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>
<b>Питання до екзамену</b>	Матеріали на екзамен розміщені на сайті предмету Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua) <a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4563">https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4563</a>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.

### Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота	Література, *** Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	Графічний аналіз часового ряду. Описові статистики. Адитивний і мультиплікативний розклад.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
2	Моделювання детермінованого тренду. Прогнозування тренду. Міри точності прогнозування.	лекції, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 6 год	

3	Моделювання сезонності. Методи оцінювання сезонної компоненти.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год
4	Мультиплікативний та адитивний метод рухомого середнього в оцінюванні сезонності. Прогнозування.	лекції, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 6 год
5	Методи експоненціального згладжування. Просте та подвійне експоненціальне згладжування Брауна.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год
6	Подвійне експоненціальне згладжування Голта-Вінтерса (адитивна та мультиплікативна модель).	лекції, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 6 год
7	Фільтр Годріка—Прескотта. Методи інтерполяції.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год
8	Слабка та сильна стаціонарність часових рядів, їх характеристики. Процес білого шуму.	лекції, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 6 год
9	Процеси рухомого середнього $MA(q)$ , властивості, автокореляційна функція.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Теорія часових рядів (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год



10	Авторегресійний процес першого порядку, властивості. AR(p) процеси,	лекції, практична	<a href="http://lnu.edu.ua">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 6 год	
11	Мішані авторегресійні процеси рухомого середнього ARMA(p,q), їх характеристики і властивості.	лекція, практична	<a href="http://lnu.edu.ua">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 4 год	
12	Тестування стаціонарності. ACF, PACF. Ідентифікація типу часового ряду.	лекції, практична	<a href="http://lnu.edu.ua">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 6 год	
13	Моделювання Бокса-Дженкінса. Оцінювання параметрів моделей часових рядів.	лекція, практична	<a href="http://lnu.edu.ua">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 4 год	
14	Оцінки методу максимальної правдоподібності. Критерії тестування гіпотез, які ґрунтуються на функції правдоподібності.	лекції, практична	<a href="http://lnu.edu.ua">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 6 год	
15	Типи нестационарних часових рядів та їх характеристики. Трендово та різницево-стаціонарні процеси. Інтегровані процеси.	лекція, практична	<a href="http://lnu.edu.ua">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 4 год	
16	Тестування одиничного кореня. Тести Дікі-Фуллера. ARIMA моделювання.	лекції, практична	<a href="http://lnu.edu.ua">Курс: Теорія часових рядів (lnu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекцій, провести моделювання 6 год	