**SYLABUS**

**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA** 2026-2028

*(skrajne daty)*

Rok akademicki 2027/2028

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

| | |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu | Matematyczne modele rynków finansowych |
| Kod przedmiotu* | |
| nazwa jednostki prowadzącej kierunek | Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych |
| Nazwa jednostki realizującej przedmiot | Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych<br>Instytut Matematyki |
| Kierunek studiów | Matematyka |
| Poziom studiów | studia II stopnia |
| Profil | Ogólnoakademicki |
| Forma studiów | Stacjonarne |
| Rok i semestr/y studiów | rok II, semestr IV |
| Rodzaj przedmiotu | Specjalnościowy |
| Język wykładowy | Polski |
| Koordynator | *dr hab. Rostyslav Hryniv, prof. UR, dr Sebastian Wójcik*, |
| Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących | *dr hab. Rostyslav Hryniv, prof. UR, dr Sebastian Wójcik*, |

***** *-opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce*

**1.1.Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS**

| Semestr (nr) | Wykł. | Ćw. | Konw. | Lab. | Sem. | ZP | Prakt. | Inne (jakie?) | **Liczba pkt. ECTS** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 15 | | | 15 | | | | | 3 |

**1.2. Sposób realizacji zajęć**

☑ zajęcia w formie tradycyjnej

☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku)** (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

**Ćwiczenia laboratoryjne** - zaliczenie na ocenę
**Wykład** - zaliczenie

**2.WYMAGANIA WSTĘPNE**

Znajomość rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej w zakresie przedmiotów Rachunek prawdopodobieństwa oraz Statystyka matematyczna (w szczególności estymacji parametrów, weryfikacji hipotez i modelu regresji liniowej); umiejętność analizy danych w języku R.

## 3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ , TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

### 3.1 Cele przedmiotu

| | |
|---|---|
| C1 | Zapoznanie studentów z własnościami finansowych szeregów czasowych oraz modelami służącymi do ich opisu i prognozowania (modele ARIMA, modele zmienności warunkowej GARCH). |
| C2 | Zapoznanie studentów z ekonometrycznymi modelami wyceny aktywów (model CAPM, modele wieloczynnikowe) oraz ich zastosowaniami w analizie ryzyka. |
| C3 | Wykształcenie umiejętności budowy, weryfikacji i stosowania modeli rynków finansowych na rzeczywistych danych z wykorzystaniem języka R. |

### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

| **EK** (efekt uczenia się) | Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu | Odniesienie do efektów kierunkowych [1] |
|---|---|---|
| EK_K01 | jest gotów do krytycznej oceny poprawności modelu i jego wyników, zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności oraz podejmowania działań typowych dla zawodów związanych z analizą danych finansowych | K_K02,K_K04 |
| EK_U01 | potrafi zbudować, zweryfikować i zastosować do prognozowania model ekonometryczny dla rzeczywistych danych finansowych z wykorzystaniem języka R oraz samodzielnie poszerzać wiedzę w tym zakresie w oparciu o literaturę | K_U08,K_U13 |
| EK_W01 | zna i rozumie w pogłębionym stopniu modele finansowych szeregów czasowych (ARIMA, GARCH) oraz modele wyceny aktywów (CAPM, modele wieloczynnikowe), a także ich założenia, ograniczenia i znaczenie dla oceny ryzyka na rynkach finansowych | K_W06,K_W08 |

### 3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

| Treści merytoryczne |
|---|
| 1. Rynki i dane finansowe: ceny, stopy zwrotu proste i logarytmiczne, częstotliwość danych.<br>2. Stylizowane fakty dotyczące stóp zwrotu: grube ogony, skupianie zmienności, efekt dźwigni; testy normalności.<br>3. Błądzenie losowe i hipoteza efektywności rynku; testy autokorelacji.<br>4. Stacjonarność i procesy zintegrowane; testy pierwiastka jednostkowego. |

[1] W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

5. Dekompozycja szeregu czasowego; modele wygładzania wykładniczego.
6. Modele AR, MA i ARMA: własności, funkcje ACF i PACF.
7. Modele ARIMA: identyfikacja, estymacja i diagnostyka (metodologia Boxa–Jenkinsa).
8. Prognozowanie: prognozy punktowe i przedziałowe, miary trafności prognoz.
9. Modele zmienności warunkowej: ARCH i GARCH(1,1).
10. Rozszerzenia modeli GARCH: rozkład t-Studenta, modele asymetryczne.
11. Model CAPM jako model regresji: estymacja współczynnika beta, weryfikacja modelu.
12. Modele wieloczynnikowe; odporne błędy standardowe.
13. Macierz kowariancji stóp zwrotu; zastosowania w konstrukcji portfela.
14. Wartość zagrożona (VaR) wyznaczana na podstawie modeli szeregów czasowych; weryfikacja wsteczna.
15. Test zaliczeniowy.

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

| Treści merytoryczne |
|---|
| 1. Pozyskiwanie danych finansowych w R i obliczanie stóp zwrotu; omówienie zasad realizacji projektu.<br>2. Badanie własności rozkładów stóp zwrotu; stosowanie testów normalności.<br>3. Testowanie autokorelacji stóp zwrotu i hipotezy błądzenia losowego.<br>4. Stosowanie testów stacjonarności.<br>5. Dekompozycja szeregów czasowych i prognozowanie metodami wygładzania wykładniczego.<br>6. Identyfikacja modeli ARMA na podstawie funkcji ACF i PACF.<br>7. Estymacja i diagnostyka modeli ARIMA.<br>8. Wyznaczanie prognoz i ocena ich trafności.<br>9. Testowanie efektów ARCH; estymacja modeli GARCH(1,1).<br>10. Estymacja i porównywanie modeli GARCH z rozkładem t-Studenta oraz modeli asymetrycznych.<br>11. Estymacja modelu CAPM dla spółek notowanych na GPW.<br>12. Estymacja modeli wieloczynnikowych; stosowanie błędów standardowych HAC.<br>13. Analiza macierzy korelacji stóp zwrotu; wyznaczanie portfela minimalnej wariancji.<br>14. Wyznaczanie VaR i weryfikacja wsteczna (test Kupca).<br>15. Prezentacja projektów. |

### 3.4 Metody dydaktyczne

**Wykład**: wykład z prezentacją multimedialną.
**Ćwiczenia laboratoryjne**: praca przy komputerze w środowisku R, analiza rzeczywistych danych finansowych, metoda projektu.

## 4. METODY I KRYTERIA OCENY

### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

| Symbol efektu | Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć) | Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...) |
|---|---|---|
| EK_K01 | obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja podczas prezentacji projektów | w, lab |
| EK_U01 | projekt, prezentacja projektu | lab |
| EK_W01 | obserwacja w trakcie zajęć , projekt, test | w, lab |

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

**Zaliczenie wykładu** odbywa się na podstawie testu. Warunkiem uzyskania zaliczenia wykładu jest zdobycie co najmniej 50% punktów z testu.

**Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych** na podstawie projektu i aktywności na zajęciach.

Warunkiem uzyskania zaliczenia ćwiczeń jest zdobycie co najmniej 50% punktów z projektu. Ocena końcowa jest wówczas ustalana według skali:

- poniżej 50% pkt. – brak zaliczenia,
- [50 – 60%) pkt. – dostateczny,
- [60 – 70%) pkt. – plus dostateczny,
- [70 – 80%) pkt. – dobry,
- [80 – 90%) pkt. – plus dobry,
- [90– 100%] pkt. – bardzo dobry.

Aktywność na ćwiczeń laboratoryjnych może podnieść ocenę co najwyżej o pół stopnia. Ocena końcowa z przedmiotu jest równa ocenie z ćwiczeń laboratoryjnych, pod warunkiem uzyskania zaliczenia wykładu.

## 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

| Forma aktywności | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny z harmonogramu studiów | 30 |
| Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, teście) | 5 |
| Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć i testu, realizacja projektu) | 40 |
| SUMA GODZIN | 75 |
| **SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS** | 3 |

** Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

| | | |
|---|---|---|
| wymiar godzinowy | Nie dotyczy | |
| zasady i formy odbywania praktyk | Nie dotyczy | |

## 7. LITERATURA

**Literatura podstawowa:**


1. M. Osińska, Ekonometria finansowa, PWE, Warszawa 2006.
2. A. Welfe, Ekonometria, PWE, Warszawa 2009.
3. R. J. Hyndman, G. Athanasopoulos, Forecasting: Principles and Practice, 3rd ed., OTexts, 2021 (dostęp otwarty).
4. C. Kleiber, A. Zeileis, Applied Econometrics with R, Springer, New York 2008.


**Literatura uzupełniająca:**


1. M. Gruszczyński, M. Podgórska, Ekonometria, SGH, Warszawa 2004.
2. G. S. Maddala, Ekonometria, PWN, Warszawa 2006.
3. B. Górecki, Ekonometria. Podstawy teorii i praktyki, Key Text, Warszawa 2013.
4. N. Iwaszczuk, P. Drygaś, P. Pusz, R. Pusz, Prognozowanie gospodarcze, Mitel, Rzeszów 2013.
5. J. Gawinecki i in., Ekonometria w zadaniach, Uczelnia Łazarskiego, Warszawa 2008.
6. A. Snarska, Statystyka, ekonometria, prognozowanie. Ćwiczenia z Excelem, Placet, Warszawa 2005.
7. W. Welfe i in., Ekonometria. Zbiór zadań, PWE, Warszawa 1997.
8. A. D. Aczel, Statystyka w zarządzaniu, PWN, Warszawa 2000.
9. G. Chow, Ekonometria, PWN, Warszawa 1995.


Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej