

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie matematyczne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Analiza szeregów czasowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Time Series Analysis
KOD PRZEDMIOTU	WiT M oIIS D3 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	7.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
3	30	30	0	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z kilkoma ważnymi modelami szeregów czasowych.

Cel 2 Przedstawienie metod modelowania i analizy szeregów czasowych, w szczególności: opanowanie technik diagnostycznych, zastosowania w prognozowaniu.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Rachunek prawdopodobieństwa

2 Podstawy statystyki

3 Metody stochastyczne

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Znajomość kilku podstawowych modeli szeregów czasowych, wykorzystywanych do opisu danych empirycznych oraz wiedza na temat ich własności.

EK2 Umiejętności Dokonanie wstępnej analizy, wizualizacji oraz obróbki szeregu czasowego: badanie stacjonarności; stacjonaryzacja (eliminacja trendu, sezonowości); wygładzanie; wyrównywanie sezonowe.

EK3 Umiejętności Dopasowanie do danych modelu typu ARIMA, GARCH. Następnie wnioskowanie statystyczne w oparciu o model, diagnostyka modelu i wykorzystanie do prognozowania (przy użyciu środowiska R, ewentualnie MATLAB).

EK4 Kompetencje społeczne Zdolność do pracy grupowej nad złożonymi zagadnieniami modelowania danych przy użyciu szeregów czasowych w poszanowaniu norm etycznych i społecznych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Zadania rachunkowe dotyczące błędzenia losowego. Modelowanie prostych gier losowych i dyskretnego procesu ceny przy użyciu błędzenia losowego. Błądzenie z dryfem. Testowanie hipotezy o białym szumie.	4
C2	Transformacje szeregów czasowych w praktyce: wygładzanie za pomocą średnich ruchomych prostych i wykładniczych. Zastosowanie filtrów liniowych do eliminacji niestacjonarności. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.)	4
C3	Wyrównywanie sezonowe i multiplikatywne. Wykorzystanie twierdzenia o rzutowaniu do konstrukcji prognoz optymalnych w sensie średniokwadratowym. Praktyczne stosowanie modelu Holta-Wintersa. Pomiar dokładności prognoz. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.)	6
C4	Prognozowanie w klasie modeli ARIMA. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.)	4
C5	Użycie testów statystycznych do detekcji efektów typu GARCH. Modelowanie stóp zwrotu i zmienności przy użyciu klasy GARCH. Numeryczna estymacja parametrów modelu i diagnostyka. Zastosowanie w dynamicznej kontroli ryzyka inwestycji. Symulacja i estymacja modeli uogólnionych: APGARCH, EGARCH. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.)	6

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C6	Symulacje i analiza modeli z nagłą zmianą średniej i/lub wariancji (modele progowe). Stochastyczna analiza baniek spekulacyjnych. Anatomia krachów. Wstępne obliczenia z zakresu modeli VAR oraz kointegracji. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.)	6

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Szereg czasowy jako proces stochastyczny. Empiryczne zbiory danych jako szeregi czasowe - przykłady z różnych dziedzin, wizualizacja. Finansowe szeregi czasowe. Słaby i mocny biały szum, błędzenie losowe.	3
W2	Filtry liniowe. Przyczynowość. Twierdzenie o dekompozycji Wolda.	2
W3	Niestacjonarność. trend deterministyczny, pierwiastki jednostkowe, sezonowość. Wygładzanie za pomocą filtrów liniowych, transformacje stacjonaryzujące.	3
W4	Wyrównywanie sezonowe addytywne i multiplikatywne. Model klasycznej dekompozycji.	3
W5	Prognozowanie szeregów czasowych. Model Holta-Wintersa. Miary jakości prognoz: RMSE, MAPE.	3
W6	Estymacja, diagnostyka i zastosowanie modeli ARIMA. Notka o modelach SARIMA.	4
W7	Modelowanie zmienności: klasa modeli warunkowo heteroskedastycznych typu GARCH. Podstawowe własności i twierdzenia. Estymacja metodą QML. Model hybrydowy ARMA-GARCH. Wybrane uogólnienia modeli GARCH.	6
W8	Modelowanie długiej pamięci - notka o modelu FARIMA. Szeregi czasowe z punktami nagłej zmiany (structural breaks) - modele progowe. Modele eksplozywne i bańki spekulacyjne. Notka o modelach wielowymiarowych w kontekście opisu wektorowych finansowych szeregów czasowych. Wzmianka o kointegracji. Dane high-frequency (intraday, tick-by-tick).	6

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady - również w trybie zdalnym (np. MS Teams)

N2 Prezentacje multimedialne - również w trybie zdalnym

N3 Zadania tablicowe - również w trybie zdalnym

N4 Ćwiczenia laboratoryjne (włączając pracę na własnych komputerach)

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	30
Egzaminy i zaliczenia w sesji	15
dodatkowe warsztaty laboratoryjne	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
Przygotowanie do egzaminu końcowego	30
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	210
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	7.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Zadanie tablicowe

F3 Ćwiczenie praktyczne (wykorzystanie laptopów)

F4 Projekt zespołowy

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Sumaryczna punktacja z ćwiczeń

P3 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Wykład: uzyskanie minimum 50% punktów z egzaminu końcowego (25 z 50 pkt)

W2 Ćwiczenia: uzyskanie minimum 40% puli punktów przydzielonych na ćwiczenia (kolokwium, kartkówka, prezentacja grupowa, bieżąca aktywność - sumarycznie 50 pkt)

W3 Co najwyżej 4 nieobecności na ćwiczeniach, w tym co najwyżej 2 nieusprawiedliwione

W4 Cały przedmiot: uzyskanie minimum 50% łącznej puli (100 pkt) przy spełnieniu warunków W1-W3

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Bieżący monitoring postępów nauczania (punktacje cząstkowe).

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna podstawowych modeli szeregów czasowych, wykazuje rażącą niewiedzę z zakresu dotychczasowego toku studiów.
NA OCENĘ 3.0	Student posiada elementarną wiedzę z zakresu technik obróbki szeregów czasowych; słabo zna postać modelu ARIMA, wykazuje minimalną wiedzę nt. modeli GARCH.
NA OCENĘ 3.5	Student dodatkowo posiada umiarkowaną wiedzę z zakresu modelu klasycznej dekompozycji szeregu czasowego oraz filtrów liniowych.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada satysfakcjonującą wiedzę nt. własności modeli ARIMA, GARCH, zna główne twierdzenia oraz ma wiedzę nt. różnych technik obróbki szeregów czasowych.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada wiedzę pozwalającą przeprowadzić szkice dowodów głównych wyników teoretycznych zaprezentowanych w ramach przedmiotu. Zna kilka podstawowych uogólnień przedstawionych modeli.
NA OCENĘ 5.0	Student prezentuje wzorowo ugruntowaną wiedzę z zakresu analizy szeregów czasowych w interakcji z wiedzą nabytą na innych przedmiotach pokrewnych. Posiada wiedzę nt. możliwych uogólnień zaprezentowanych modeli i diagnozuje zjawiska nietypowe (bańki spekulacyjne). Posiada bardzo dobre predyspozycje do praktycznego wykorzystania tej wiedzy.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi dokonać elementarnej analizy szeregu czasowego, ani jego obróbki pod kątem eliminacji niestacjonarności. Nie porusza się w żadnym środowisku obliczeniowym.
NA OCENĘ 3.0	Student posiada mocno ograniczone zdolności analizy szeregu czasowego. Potrafi, mimo znacznych braków warsztatowych, elementarnie przetworzyć szereg czasowy.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wygładzać szereg czasowy metodami średnich kroczących, umie różnicować 1- i wielokrotnie; potrafi wykryć zachowania sezonowe.
NA OCENĘ 4.0	Student prezentuje dobry poziom umiejętności w zakresie detekcji i eliminacji źródeł niestacjonarności w szeregu czasowym, przy jednoczesnej zręczności w obsłudze funkcjonalności środowisk obliczeniowych w zakresie prezentacji i wizualizacji danych. Potrafi dokonać wyrównań sezonowych.

NA OCENĘ 4.5	Student potrafi dostrzec różne łączne aspekty występowania trendu i sezonowości, znając niezbędne filtry liniowe i inne transformacje umie w kilku etapach "zestacjonaryzować" szereg czasowy, przeprowadzić analizę reszt w modelu klasycznej dekompozycji.
NA OCENĘ 5.0	Student biegle posługuje się technikami wizualizacji oraz obróbki szeregów czasowych, wraz z umiejętnością umotywowania czynionych operacji na szeregu czasowym w odniesieniu do posiadanej ugruntowanej wiedzy z zakresu przedmiotu. Umie wykorzystać szeroki wachlarz funkcji i procedur dostępnych m. in. w środowisku R. Wykazuje ponadto chęć dalszego samodzielnego poznawania komputerowych narzędzi analizy szeregów czasowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiada elementarnych umiejętności wykorzystania dedykowanych środowisk obliczeniowych.
NA OCENĘ 3.0	Student prezentuje elementarną znajomość środowisk obliczeniowych w zakresie dopasowania przedstawionych modeli; w sposób mocno ograniczony wykorzystuje gotowe funkcje i procedury, przeprowadza szczątkową diagnostykę modelu.
NA OCENĘ 3.5	Student zadowalająco potrafi dobrać do danych model ARMA oraz GARCH w oparciu o gotowe funkcje. Prezentuje ograniczony warsztat z zakresu wnioskowania statystycznego co do postaci modeli, mało wie o diagnostyce.
NA OCENĘ 4.0	Student rozróżnia modele ARMA od ARIMA, dobiera optymalny model w oparciu o odpowiednie kryteria; przeprowadza przekonujące rozumowanie w zakresie analizy reszt i dość wszechstronnej diagnostyki modelu, podpierając się zastosowaniem funkcji wizualizacyjnych dedykowanych środowisk obliczeniowych.
NA OCENĘ 4.5	Student operuje praktycznie modelami ARMA, ARIMA, GARCH w zastosowaniach empirycznych, posiadając jednocześnie świadomość ograniczeń tych modeli. Zna także dodatkowe funkcjonalności procedur numerycznych, pozwalających na symulację lub dopasowywanie modeli uogólnionych xGARCH.
NA OCENĘ 5.0	Student bardzo dobrze sprawdza się w praktycznych studiach analizy szeregów czasowych z różnych dziedzin badawczych, płynnie stosując warsztat obliczeniowy i komputerowy oraz wizualizacyjny, poparty doskonałym, merytorycznym wnioskowaniem statystycznym także w bardziej zawiłych aspektach diagnostyki rozważanych modeli, m. in. prognozowaniu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Całkowita niezdolność do pracy grupowej w badanym zakresie, wynikająca z niewiedzy. Ignorancja norm etycznych i społecznych w postępowaniu zawodowym, brak uczciwości i samodzielności.
NA OCENĘ 3.0	Student wykazuje elementarne poszanowanie norm społecznych i etycznych przy ograniczonej zdolności do pracy grupowej.
NA OCENĘ 3.5	Student w pewnym zakresie włącza się do twórczej dyskusji merytorycznej nt. modelowania danych za pomocą szeregów czasowych, nie żerując egoistycznie na dorobku intelektualnym innych.

NA OCENĘ 4.0	Student prezentuje nieco podwyższoną aktywność w pracy grupowej, a w sytuacjach moralnie i etycznie nagannych napomina osoby uchybiające odpowiednim normom zachowań. Wykazuje znacznie rozwiniętą sumienność w wykonywaniu prac nad projektami zawodowymi/komercyjnymi.
NA OCENĘ 4.5	Student niemal wzorowo kooperuje w ramach zespołu, udzielając w razie potrzeby innym niezbędnych konsultacji i dzieląc się przyswojoną wiedzą oraz umiejętnościami.
NA OCENĘ 5.0	Wzorowa postawa etyczna i społeczna, poparta wysokimi zdolnościami kooperacyjnymi, znaczna motywacja wynikająca z biegle przyswojonej wiedzy. Wysokie predyspozycje do pracy w zespołach międzynarodowych, wzorowa interaktywność i dalsza silna motywacja do samodoskonalenia oraz rozwoju w kręgu zawodowym.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W09 K_W12	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2	F1 F2 P1 P2 P3
EK2	K_U16 K_U18 K_U22	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4	N1 N2 N3 N4	F2 F3 F4 P1 P2
EK3	K_U13 K_U16 K_U18	Cel 1 Cel 2	C3 C4 C5 W5 W6 W7 W8	N1 N2 N3 N4	F3 F4 P1 P2 P3
EK4	K_K01 K_K03 K_K04 K_K06	Cel 1 Cel 2	C1 C2 C3 C4 C5 C6 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8	N1 N2 N3 N4	F4 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Brockwell P. J., Davis R. A. — *Introduction to Time Series and Forecasting*, New York, 2002, Springer
- [2] | Shumway R. H., Stoffer D. S. — *Time Series Analysis and Its Applications*, New York, 2006, Springer

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Tsay R. S. — *Analysis of Financial Time Series*, New Jersey, 2010, Wiley
- [2] Suchwałko A., Zagdański A. — *Analiza i prognozowanie szeregów czasowych*, Warszawa, 2015, PWN

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH**OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr inż. Bartosz Stawiarski (kontakt: bstawiarski@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Bartosz Stawiarski (kontakt: bstawiarski@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....