

<b>1. Nazwa przedmiotu:</b> TEORIA SYSTEMÓW LINIOWYCH		<b>2. Kod przedmiotu:</b> WM3		
<b>3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego:</b> 2019/20				
<b>4. Forma kształcenia:</b> studia pierwszego stopnia				
<b>5. Forma studiów:</b> studia stacjonarne				
<b>6. Kierunek studiów:</b> INFORMATYKA (SYMBOL WYDZIAŁU) RMS				
<b>7. Profil studiów:</b> praktyczny				
<b>8. Specjalność:</b> WSZYSTKIE				
<b>9. Semestr:</b> VI				
<b>10. Jednostka prowadząca przedmiot:</b> Instytut Matematyki				
<b>11. Prowadzący przedmiot:</b> Prof. dr hab. inż. Jerzy Klamka				
<b>12. Przynależność do grupy przedmiotów:</b> Blok przedmiotów ograniczonego wyboru (wykład monograficzny)				
<b>13. Status przedmiotu:</b> obieralny				
<b>14. Język prowadzenia zajęć:</b> polski				
<b>15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne:</b> Znajomość równań różniczkowych, równań różnicowych, algebry liniowej.				
<b>16. Cel przedmiotu:</b> Zapoznanie studentów z zagadnieniami stabilności, obserwowalności oraz sterowalności liniowych ciągłych oraz dyskretnych układów dynamicznych o stałych parametrach.				
<b>17. Efekty kształcenia</b> Student który zaliczy przedmiot:				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
1	Zna metody tworzenia modeli ciągłych i dyskretnych układów dynamicznych	kol	wykład	K1P_W09
2	Zna podstawowe pojęcia: stabilność, sterowalność, obserwowalność, wielomian charakterystyczny i rozumie ich wzajemne związki w układach prostych i złożonych, opisywanych za pomocą równań stany i transmitacji	kol	wykład	K1P_W09
3	Ma wiedzę o płycie rozkładu pierwiastków wielomianu charakterystycznego na odpowiedzi czasowe układu dynamicznego, oraz zna przebiegi charakterystyk częstotliwościowych typowych układów dynamicznych	kol	wykład	K1P_W09
4	Zna podstawowe metody rozwiązywania równań różniczkowych	kol	wykład	K1P_W09, K1P_U11

5	Potrafi skonstruować model matematyczny typowych układów dynamicznych.	kol	ćwiczenia	K1P_W09, K1P_U15
6	Potrafi wyznaczyć warunki stabilności, obserwowalności i sterowalności układów ciągłych i dyskretnych z wykorzystaniem metod algebraicznych	kol	ćwiczenia	K1P_W09, K1P_U33
7	Posiada umiejętność dyskretyzacji układów ciągłych	kol	ćwiczenia	K1P_W09
8	Potrafi pracować samodzielnie i w grupie, poprawnie interpretuje wyniki otrzymane w trakcie rozwiązywania zadań.	kol	ćwiczenia	K1P_K02

**18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)**

Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
30	30	0	0	0

## 19. Treści kształcenia:

### Wykład:

Modele matematyczne układów dynamicznych i sposoby ich tworzenia; modele nieliniowe i ich linearyzacja, równania Lagrange'a, analogie elektromechaniczne, termodynamiczne, przykłady. Metody rozwiązywania równań różniczkowych: równania o zmiennych rozdzielonych, metoda podstawień, metoda przewidywań, metoda uzmienniania stałej, metoda równania charakterystycznego, zastosowanie transformaty Laplace'a.

Model matematyczny układu liniowego: różniczkowe równania stanu i algebraiczne równania wyjścia, pojęcie stanu i jego interpretacja, rodzaje układów liniowych, układy skończenie-wymiarowe oraz układy nieskończenie-wymiarowe, przykłady.

Rozwiązywanie równań stanu układu skończenie-wymiarowego o wielu wejściach i wielu wyjściach: macierz tranzykcji stanu i jej własności, całkowita postać rozwiązania równania stanu i jej interpretacja, składowa wymuszona i składowa swobodna odpowiedzi układów, przykłady.

Stacjonarne układy liniowe: model matematyczny, wykładnicza macierz tranzykcji stanu jej własności i sposoby jej wyznaczania, kanoniczna postać Jordana i jej zastosowania w teorii układów dynamicznych, przykłady.

Macierz transmitancji operatorowych dla układów stacjonarnych: własności macierzy transmitancji operatorowych.

Transmitancja operatorowa: własności transmitancji operatorowej, równanie dynamiki, odpowiedź skokowa, odpowiedź impulsowa, współczynnik wzmocnienia, interpretacja fizyczna położenia zer i biegunów, przykłady podstawowych elementów dynamicznych.

Transmitancja widmowa: własności transmitancji widmowej, charakterystyka częstotliwościowa, odpowiedzi na wymuszenia sinusoidalne, przykłady.

Liniowe układy dynamiczne z opóźnieniami i ich modele matematyczne: postać warunków początkowych, przestrzeń stanów układów z opóźnieniami, równania stanu, transmitancje operatorowe, przykłady. Stabilność układów liniowych: podstawowe definicje i pojęcia, równanie charakterystyczne, kryterium pierwiastkowe badania stabilności, kryterium Hurwitza, badanie stabilności złożonych układów, przykłady. sterowalność i obserwowalność: podstawowe definicje i pojęcia, macierze sterowalności i obserwowalności, kryteria badania sterowalności i obserwowalności, kanoniczna postać Kalmana, przykłady. Układy złożone: sterowalność, obserwowalność i stabilność układów połączonych szeregowo i równoległe. Stabilność liniowych układów dynamicznych, wielomian charakterystyczny, kryterium Hurwitza. Sterowalność, obserwowalność i ich interpretacja dla postaci Jordana, postać kanoniczna Kalmana, transmitancja, względny rząd, zera, bieguny, parametry Markowa.

Dyskretne układy liniowe: dyskretyzacja układu ciągłego, model matematyczny i postać rozwiązania różnicowego równania stanu, macierz dyskretnej transmitancji operatorowych, transmitancja dyskretna, stabilność, obserwowalność i sterowalność układów dyskretnych, problem realizacji i minimalnej realizacji, przykłady.

### Ćwiczenia tablicowe

1. Otrzymywanie modelu matematycznego z równań bilansu sił, napięć, przepływów.
2. Równania Lagrange'a.
3. Analogi mechaniczne.
4. Rozwiązywanie równań różniczkowych.
5. Równania stanu i równania wyjścia.
6. Macierz transmitancji operatorowych.
7. Transmitancje operatorowe i ich własności.
8. Odpowiedzi skokowe i impulsowe.
9. Punkty równowagi, linearyzacja.
10. Stabilność układów otwartych (kryterium pierwiastkowe i Hurwitza).
11. Charakterystyki częstotliwościowe i odpowiedzi na wymuszenie sinusoidalne.
12. Sterowalność, obserwowalność.

**20. Egzamin:** nie

**21. Literatura podstawowa:**

1. Klamka J., Ogonowski Z. Teoria systemów liniowych. Skrypt Politechniki Śląskiej. Gliwice 2011.

**22. Literatura uzupełniająca:**

1. Klamka J. Sterowalność układów dynamicznych. PWN. Warszawa 1990.

**23. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia**

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1	Wykład	30/30
2	Ćwiczenia	30/60
3	Laboratorium	/
4	Projekt	/
5	Seminarium	/
6	Inne:	/
	<b>Suma godzin</b>	<b>60/90</b>

**24.**

<b>Suma wszystkich godzin</b>	150
-------------------------------	-----

**25.**

<b>Liczba punktów ECTS</b>	5
----------------------------	---

**26.**

<b>Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego</b>	5
--	---

**27.**

<b>Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty)</b>	0
--	---

**28. Uwagi:** zaliczenie wymaga zaliczenia wszystkich efektów na poziomie 30% punktów dotyczących danego efektu oraz uzyskanie minimum 41p na 100 możliwych.

Przeliczenie punktów na stopień: od 41p: 3,0; od 56p: 3,5; od 71p: 4,0; od 81p: 4,5; od 91p: 5,0.

Zatwierdzono:

.....  
(data i podpis prowadzącego)

.....  
(data i podpis dyrektora instytutu/kierownika katedry/  
Dyrektora Kolegium Języków Obcych/kierownika lub  
dyrektora jednostki międzywydziałowej)