

KARTA INFORMACYJNA PRZEDMIOTU

nazwa przedmiotu	Modelowanie maszyn	Machine modeling
Kod przedmiotu	WIMMXCNM-MM	
Język wykładowy	polski	
Profil studiów	ogólnoakademicki	
Forma studiów	niestacjonarne	
Poziom studiów	studia II stopnia	
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy / obowiązkowy	
Obowiązuje od naboru	2023	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS	W 14/x, C 8/+, L 14/+, razem: 36 godz., 4,0 pkt ECTS	
Sposób realizacji zajęć (wskazać sposób i liczbę godzin dla określonej formy zajęć)	Zajęcia realizowane stacjonarnie W 14/x, C 8/+, L 14/+, razem: 36 godz.	
Przedmioty wprowadzające	Nazwa przedmiotu / wymagania wstępne: Mechanika analityczna / Równania różniczkowe zwyczajne II stopnia. Zasada prac przygotowawczych. Zasada d'Alemberta. Równania Lagrange'a I i II rodzaju.	
Semestr/kierunek studiów	semestr studiów – II / kierunek studiów – mechanika i budowa maszyn	
Autor	dr inż. Arkadiusz RUBIEC	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za przedmiot	Wydział Inżynierii Mechanicznej / Instytut Robotów i Konstrukcji Maszyn	
Skrócony opis przedmiotu	Zasady modelowania układów mechanicznych. Uproszczenia układów rzeczywistych, model fizyczny i matematyczny układu, obiektu. Energia kinetyczna, potencjalna i rozpraszania (dyssypacji). Procesy deterministyczne i losowe w układach mechanicznych. Linearyzacja charakterystyk układów nieliniowych. Podstawy dynamiki o zmiennej masie. Modele układów mechanicznych, hydraulicznych, elektromechanicznych oraz ich analogie. Modelowanie obciążeń maszyn i pojazdów.	
Pełny opis przedmiotu (treści programowe)	Wykłady: 1. Zasady modelowania układów mechanicznych / 2 godz. / Przedmiot modelowania. Pojęcie modelu. Badania modelowe, a doświadczalne. Rodzaje modeli. Proces modelowania. 2. Etapy i elementy procesu modelowania / 2 godz. / Dyskretyzacja w modelowaniu. Założenia upraszczające, model fizyczny i matematyczny obiektu. Cel modelowania, a model fizyczny. Redukcja mas, masowych momentów bezwładności, współczynników sztywności i tłumienia. 3. Metody formułowania modeli matematycznych / 2 godz. / Opis formułowania równań ruchu według zasady d'Alemberta i Lagrange'a	

oraz przykłady + zastosowania. Przygotowanie modelu matematycznego do numerycznego rozwiązania.

4. Metoda i modelowanie układów wieloczołowych / 2 godz. / Wprowadzenie do metody układów wieloczołowych. Definicja układu wieloczołowego i metody układów wieloczołowych. Opis matematyczny układów wieloczołowych. Rozwój metody układów wieloczołowych i oprogramowania do modelowania. Uproszczenia w modelowaniu metodą układów wieloczołowych. Etapy opracowywania i analizy modelu wieloczołowego.
5. Modelowanie wymuszeń i procesów zdeterminowanych i losowych / 2 godz. / Opis charakterystyk sygnałów deterministycznych i losowych, ich stacjonarność i ergodyczność.
6. Model maszyny w ruchu postępowym / 2 godz. / Założenia upraszczające, model fizyczny i matematyczny dla różnych wariantów konstrukcyjnych pojazdu, wyznaczanie częstości drgań własnych.
7. Niekonwencjonalne podejścia w procesie modelowania ruchu maszyn / 1 godz. / Modelowanie układów mechanicznych za pomocą analogii elektrycznych.
8. Modelowanie elementów i hydrostatycznych układów napędowych / 1 godz. / Zasady modelowania hydrostatycznych układów napędowych. Modele fizyczne i matematyczne podstawowych elementów hydrostatycznych układów napędowych. Modelowanie analityczne i symulacyjne hydrostatycznych układów napędowych.

Ćwiczenia audytoryjne:

1. Model fizyczny i matematyczny prostych elementów mechanicznych / 1 godz. / Formułowanie równań ruchu dla prostych układów mechanicznych.
2. Rozwiązywanie równań ruchu modeli mechanicznych / 2 godz. / Wyznaczenie mas, masowych momentów bezwładności, współczynników sztywności i tłumienia, przyjęcie założeń początkowych dla sformułowanych równań ruchu.
3. Modele układów mechanicznych z wykorzystaniem analogii elektrycznych / 1 godz. / Budowa modeli układów mechanicznych z wykorzystaniem analogii za pomocą układów elektrycznych.
4. Modele fizyczne i matematyczne redukowanych układów mechanicznych / 1 godz. / Modele układów zmniejszających lub zwiększających liczbę stopni swobody.
5. Modele maszyn i pojazdów / 1 godz. / Modele fizyczne i matematyczne maszyn roboczych i pojazdów na podwoziu kołowym lub gąsienicowym, różnych sposobów zawiesznień i obciążeń.
6. Kolokwium zaliczeniowe. / 2 godz./

Ćwiczenia laboratoryjne:

1. Zasady tworzenia schematów funkcjonalnych modeli / 2 godz. / Metody analitycznego przekształcania modeli matematycznych obiektów fizycznych do postaci schematu funkcjonalnego oraz praktyczne wykorzystanie przekształcenia Laplace'a równań różniczkowych. Przygotowanie wybranego modelu symulacyjnego.
2. Proces tworzenia modelu metodą układów wieloczołowych / 1 godz. / Metodyka opracowania modeli obiektów fizycznych z wykorzystaniem metody układów wieloczołowych (MUW). Obsługa i praktyczne wykorzystanie oprogramowania komputerowego do modelowania z wykorzystaniem MUW.
3. Modelowanie par kinematycznych, więzów i obciążeń zewnętrznych / 1 godz. / Definiowanie lokalnych układów współrzędnych. Nadawanie więzów obrotowych i blokujących. Definiowanie obciążenia skupionego. Opracowanie analogicznego modelu o jednym i wielu stopniach swobody.
4. Modelowanie i analiza układów mechanicznych / 2 godz. / Praktyczne modelowanie układów mechanicznych za pomocą oprogramowania MUW z wykorzystaniem elementów sprężysto –

	tłumiących. Analiza wyników procesu modelowania i weryfikacja poprawności przyjętych założeń upraszczających oraz wykonanych obliczeń. 5. Modelowanie podatności układów zawiesznień pojazdów i maszyn w ruchu postępowym / 4 godz. / Tworzenie modelu z wykorzystaniem geometrii przygotowanej w programie CAD. Implementacja masy członów modelu, tensora bezwładności, więzów kinematycznych w modelu przestrzennym, więzów kontaktu, wymuszeń kinematycznych oraz zmiennych projektowych. Opracowanie modelu symulacyjnego pojazdu / maszyny wyposażonego / -ej w elastyczne zawieszenie poruszającego / -ej się ruchem postępowym po nierównościach terenowych. 6. Raportowanie i graficzne opracowanie wyników numerycznego procesu modelowania / 2 godz. / Metody prezentacji wyników badań numerycznych modeli układów mechanicznych z wykorzystaniem oprogramowania MUW. Sposoby opracowywania danych numerycznych, generowania arkuszy danych, raportów, przebiegów w dziedzinie czasu i innej wielkości, animacji oraz ich edycja. 7. Zaliczenie / 2 godz. / Praktyczne opracowanie indywidualnego modelu numerycznego z wykorzystaniem oprogramowania MUW
Literatura	Podstawowa: 1. Konopka S., Łopatka M. J.: Modelowanie ruchu maszyn. WAT. Warszawa 2005. 2. Borkowski W., Konopka S., Prochowski L.: Dynamika maszyn roboczych. WNT. Warszawa 1996. 3. Osiecki J. W.: Dynamika maszyn. WNT. Warszawa 1996. Uzupełniająca: 4. Cannon R. H. jr.: Dynamika układów fizycznych. PWN. Warszawa 1996 5. Macduff J. W., Currevi J. R.: Drgania w technice. PWN. Warszawa 1970. 6. Praca zbiorowa: Współczesne zagadnienia dynamiki maszyn. WN im. Ossolińskich. Wrocław 1976. 7. Bendat J. S., Piersol A. G.: Metody nalaizy i pomaru sygnałów losowych. PWN. Warszawa 1976 8. Wojtyra M., Frączek J.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. PWN. Warszawa 2007 9. Kruszewski J., Wittbradt E., Walczyk Z.: Drgania układów mechanicznych w ujęciu komputerowym. Tom II. WNT. Warszawa 1993. 10. McConville J. B.: Mechanical System Simulation Using Adams. SDC Publications. Mission 2015 11. Bajer W.: Metody dynamiki układów wieloczłonowych. Politechnika Radomska. Radom 1998
Efekty uczenia się	W1 / ma rozszerzoną wiedzę do modelowania i obliczeń inżynierskich złożonych układów mechanicznych z wykorzystaniem metod numerycznych / K_W01 W2 / ma uporządkowaną podbudowaną wiedzę z zakresu modelowania wspomagającego projektowanie maszyn / K_W04 W3 / zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego / K_W11 U1 / potrafi porozumieć się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym / K_U01 U2 / potrafi posługiwać się technikami komputerowymi, wykorzystywać poznane metody i modele matematyczne do analizy i oceny działania elementów i zespołów maszyn i pojazdów / K_U07, K_U09 U3 / potrafi dokonać analizy sygnałów i prostych systemów przetwarzania sygnałów / K_U23 K1 / potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych w szczególności urządzeń, obiektów i systemów / K_K01

Metody i kryteria oceniania (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się)	Przedmiot zaliczany jest na podstawie: egzaminu. Ćwiczenia audytoryjne zaliczane są na podstawie: kolokwium zaliczeniowego obejmującego analityczny opis otrzymanego modelu fizycznego (obiektu). Ćwiczenia laboratoryjne zaliczane są na podstawie: opracowania modelu numerycznego otrzymanego układu mechanicznego i symulacyjnego wyznaczenia wartości wyznaczonych wielkości. Wykład zaliczany jest na podstawie ocen z ćwiczeń. Egzamin jest prowadzony w formie pisemnej. Ocena końcowa uwzględnia oceny cząstkowe z poszczególnych form kształcenia. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest: uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych. Osiągnięcie efektu W1, W2 i W3 - weryfikowane jest podczas egzaminu. Osiągnięcie efektu U1 - sprawdzane jest podczas ćwiczeń audytoryjnych Osiągnięcie efektu U2, U3 oraz K1 – weryfikowane jest podczas ćwiczeń laboratoryjnych. Oceny osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się: Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 91-100%. Ocenę dobrą plus otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 81-90%. Ocenę dobrą otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 71-80%. Ocenę dostateczną plus otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 61-70%. Ocenę dostateczną otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 51-60%. Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie równym lub niższym niż 50%.
Bilans ECTS (nakład pracy studenta)	Aktywność / obciążenie studenta (godz.): 1. Udział w wykładach / 14 2. Udział w ćwiczeniach audytoryjnych / 8 3. Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych / 14 4. Udział w projektach / 0 5. Udział w seminariach / 0 6. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 20 7. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych / 12 8. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych / 14 9. Samodzielne przygotowanie do projektów / 0 10. Samodzielne przygotowanie do seminarium / 0 11. Udział w konsultacjach i innych formach zajęć z udziałem nauczyciela / 10 12. Przygotowanie do egzaminu / 16 13. Przygotowanie do zaliczenia / 0 14. Udział w egzaminie / 2 Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 118 godz. / 4,0 ECTS Zajęcia z udziałem nauczycieli: 48 godz./ 1,5 ECTS Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 82 godz./ 3,0 ECTS