**Nazwa przedmiotu:**

Dynamika układów wieloczłonowych II

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Janusz Frączek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Automatyka i Robotyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

NK492

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2013/2014

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. Liczba godzin kontaktowych: 70, w tym:<br />
a) wykład – 15 godz.<br />
b) ćwiczenia – 15 godz.<br />
c) laboratoria – 30 godz.<br />
d) konsultacje – 10 godz.<br /><br />
2. Praca własna studenta: 55 godzin, w tym:<br />
a) realizacja pracy domowej w formie samodzielnego projektu obliczeniowego z dziedziny sterowania układami wieloczłonowymi lub analizy dynamicznej odkształcalnego układu wieloczłonowego – 35 godzin, <br />
b) przygotowywanie się do testu zaliczeniowego – 10 godzin, <br />
c) przygotowywanie się do zajęć, studia literaturowe – 10 godzin.
<br /><br />
RAZEM: 125 godzin – 5 punktów ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,8 punktu ECTS – 70 godzin kontaktowych, w tym:<br />
a) wykład – 15 godz.<br />
b) ćwiczenia – 15 godz.<br />
c) laboratoria – 30 godz.<br />
d) konsultacje – 10 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

3,2 punktu ECTS – 80 godzin, w tym:<br />
a) udział w ćwiczeniach – 15 godz.<br />
b) udział w laboratoriach – 30 godz.<br />
c) realizacja pracy domowej w formie projektu obliczeniowego z dziedziny sterowania układami wieloczłonowymi lub analizy dynamicznej odkształcalnego układu wieloczłonowego – 35 godzin.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość algebry, analizy matematycznej, mechaniki, drgań i technik komputerowych w zakresie wykładanym na wcześniejszych latach studiów

**Limit liczby studentów:**

48

**Cel przedmiotu:**

Przygotowanie do samodzielnego formułowania i rozwiązywania zagadnień z dziedziny układów wieloczłonowych sztywnych i odkształcalnych z wykorzystaniem profesjonalnego oprogramowania inżynierskiego.

**Treści kształcenia:**

<b>Wykłady i ćwiczenia </b><br />
• Równania ruchu odkształcalnych UW o wielu stopniach swobody w zakresie liniowym (małe przemieszczenia i małe odkształcenia).<br />
• Zagadnienia własne, metody modalne, superpozycja modalna, równania ruchu we współrzędnych modalnych (głównych).<br />
• Całkowanie równań ruchu metodami Wilsona i Newmarka przy dowolnym wymuszeniu. Inne metody niejawne i jawne całkowania równań ruchu. <br />
• Metody przyrostowe MES analiz układów odkształcalnych. Metody UW i MES analizy układów odkształcalnych. Niezmienniki. <br />
• Metody redukcji stopni swobody odkształcalnych UW w analizie dynamicznej. Metoda redukcji stopni swobody techniką podstruktur i Craig’a-Bamptona. <br />
• Całkowanie układu równań UW z członami odkształcalnymi metodami niejawnymi. <br />
• Współpraca środowisk programowych ANSYS (NASTRAN)-ADAMS. Krótka charakterystyka i porównanie pakietów dużej skali używanych w obliczeniach inżynierskich, np.: MSC.ADAMS/NASTRAN/DYTRAN, ANSYS, LS-DYNA, MADYMO. <br /><br />
<b>Laboratoria</b><br />
Ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem programu ADAMS w analizie odkształcalnych UW: <br />
• Przykłady obliczeń inżynierskich z dziedziny lotnictwa, mechaniki i robotyki. <br />
• Analiza dynamiczna UW z uwzględnieniem sterowania. <br />
• Integracja pakietów ADAMS, ANSYS, MATLAB. Prototypy wirtualne (virtual prototyping). <br />
• Samodzielny projekt studencki.

**Metody oceny:**

Ocenie podlega praca domowa (40% oceny końcowej) oraz test zaliczeniowy (60% oceny końcowej). <br />
Szczegóły systemu oceniania są opublikowane pod adresem: http://tmr.meil.pw.edu.pl (zakładka Dla Studentów).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Frączek J., Wojtyra M.: Kinematyka układów wieloczłonowych. Metody obliczeniowe. WNT, 2008. <br />
2. Wojtyra M, Frączek J.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. Ćwiczenia z zastosowaniem programu ADAMS. OWPW, 2007. <br />
3. Nikravesh P.E.: Computer-Aided Analysis of Mechanical Systems. Prentice Hall, 1988. <br />
4. Haug E.J.: Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems. Volume I: Basic Methods, Allyn and Bacon, 1989. <br />
5. Garcia de Jalon J., Bayo E.: Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems. Springer-Verlag, 1994.<br />
Dodatkowa literatura: materiały na stronie http://tmr.meil.pw.edu.pl (zakładka Dla Studentów)

**Witryna www przedmiotu:**

http://ztmir.meil.pw.edu.pl/index.php?/pol/content/view/full/333

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt NK492\_W1:**

 Ma uporzadkowaną wiedzę na temat analizy i opisu drgań układów mechanicznych w dziedzinie czasu i czestotliwości

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_W08, AiR2\_W09, AiR2\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W01, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W03, T2A\_W07

**Efekt NK492\_W2:**

 Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie formułowania równań ruchu złozonych układów mechanicznych

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_W08, AiR2\_W09, AiR2\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W01, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W03, T2A\_W07

**Efekt NK492\_W3:**

 Zna podstawowe metody całkowania równań ruchu układów sztywnych i odkształcalnych

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_W08, AiR2\_W09, AiR2\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W01, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W03, T2A\_W07

**Efekt NK492\_W4:**

 Ma podstawową wiedzę na temat formułowania równań ruchu wieloczłonowych układów odkształcalnych

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_W08, AiR2\_W09, AiR2\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W01, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W03, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt NK492\_U1:**

 Potrafi przeprowadzić analize modalną prostych układów mechanicznych

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_U05, AiR2\_U06, AiR2\_U12, AiR2\_U14, AiR2\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U04, T2A\_U08, T2A\_U15, T2A\_U17, T2A\_U01, T2A\_U10, T2A\_U18, T2A\_U18, T2A\_U19, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U19

**Efekt NK492\_U2:**

 Potrafi zastosować metody syntazy modalnej do rozwiązania równań ruchu struktur

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_U05, AiR2\_U06, AiR2\_U12, AiR2\_U14, AiR2\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U04, T2A\_U08, T2A\_U15, T2A\_U17, T2A\_U01, T2A\_U10, T2A\_U18, T2A\_U18, T2A\_U19, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U19

**Efekt NK492\_U3:**

 Potrafi zinterpretować wyniki w analizie modalnej struktur

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_U05, AiR2\_U06, AiR2\_U12, AiR2\_U14, AiR2\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U04, T2A\_U08, T2A\_U15, T2A\_U17, T2A\_U01, T2A\_U10, T2A\_U18, T2A\_U18, T2A\_U19, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U19

**Efekt NK492\_U4:**

 Potrafi dobrać algorytm całkowania równań ruchu w analizie dynamicznej struktur

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_U05, AiR2\_U06, AiR2\_U12, AiR2\_U14, AiR2\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U04, T2A\_U08, T2A\_U15, T2A\_U17, T2A\_U01, T2A\_U10, T2A\_U18, T2A\_U18, T2A\_U19, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U19

**Efekt NK492\_U5:**

 Potrafi zamodelować układ mechatroniczny we współdziałaniu z układem sterowania w zadaniach robotyki z zastowaniem pakietów komercyjnych

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_U05, AiR2\_U06, AiR2\_U12, AiR2\_U14, AiR2\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U04, T2A\_U08, T2A\_U15, T2A\_U17, T2A\_U01, T2A\_U10, T2A\_U18, T2A\_U18, T2A\_U19, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U19

**Efekt NK492\_U6:**

 Potrafi przeprowadzić analizę dynamiki układu wieloczłonowego z członami sztywnymi i odkształcalnymi z zastosowaniem profesjonalnych pakietów obliczeniowych

Weryfikacja:

Sprawdzian końcowy oraz projekt obliczeniowy

**Powiązane efekty kierunkowe:** AiR2\_U05, AiR2\_U06, AiR2\_U12, AiR2\_U14, AiR2\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U04, T2A\_U08, T2A\_U15, T2A\_U17, T2A\_U01, T2A\_U10, T2A\_U18, T2A\_U18, T2A\_U19, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U19