Załącznik Nr 5 do Zarz. Nr 33/11/12

(pieczęć wydziału) **KARTA PRZEDMIOTU**

|  |  |
| --- | --- |
| **1. . Nazwa przedmiotu:** Modelowanie wieloskalowe | **2. Kod przedmiotu:**  |
| **3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego:** 2018/2019 |
| **4. Forma kształcenia:** studia trzeciego stopnia |
| **5. Forma studiów**: studia stacjonarne  |
| **6. Kierunek studiów**: Interdyscyplinarne studia doktoranckie *Symulacje w Inżynierii* |
| **7. Profil studiów:** akademicki |
| **8. Dyscyplina:** mechanika |
| **9. Semestr:** przedmiot obieralny |
| **10. Jednostka prowadząca przedmiot:** Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej  |
| **11. Prowadzący przedmiot**: dr hab. inż. Wacław Kuś, prof. PŚ |
| **12. Przynależność do grupy przedmiotów:** fakultatywny |
| **13. Status przedmiotu:**  |
| **14. Język prowadzenia zajęć:** polski |
| **15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne:** matematyka, fizyka, mechanika, metody numeryczne |
| **16. Cel przedmiotu:** Zapoznanie z wybranymi zagadnieniami modelowania wieloskalowego. Podejście analityczne oraz numeryczne w modelowaniu wieloskalowym. Zastosowanie metod homogenizacji, a w szczególności metod FE2 i rozprzężonych. Omówienie zastosowań modelowania wielkoskalowego w mechanice, biomechanice i problemach pól sprzężonych. |
| **17. Efekty kształcenia:** |
| Nr | Opis efektu kształcenia | Metoda sprawdzenia efektu kształcenia | Forma prowadzenia zajęć | Odniesienie do efektów dla kierunku studiów |
| W1 | Zna podstawowe zagadnienia związane z modelowaniem wieloskalowym | sprawdzian | wykład | SYMIN\_W01 |
| W2 | Zna metody modelowania wieloskalowego | sprawdzian | wykład | SYMIN\_W04SYMIN\_W08SYMIN\_W03 |
| U1 | Potrafi zastosować poznane metody w problemach mechaniki materiałów niejednorodnych | sprawdzian | wykład | SYMIN\_U07SYMIN\_U10 |
| U2 | Potrafi dobrać odpowiedni model wieloskalowy dla wybranego problemu | sprawdzian | wykład | SYMIN\_U10SYMIN\_U11 |
| K1 | Potrafi pracować w zespole oraz samodzielnie  | sprawdzian | wykład | SYMIN\_K03 |
| **18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)** **W. 10 Ćw. - L. - P. - Sem. -** |
| **19** **Treści kształcenia:** Materiały kompozytowe, gradientowe i ich modelowanie z użyciem metod numerycznych. Podstawowe założenia modelowania wielkoskalowego. Metody uśredniania wielkości fizycznych w modelowaniu wieloskalowym. Metody homogenizacji numerycznej. Zastosowania metod homogenizacji w mechanice i biomechanice. Modelowanie wieloskalowe a koncepcja leczenia zorientowanego na pacjenta. Metody optymalizacji wykorzystywane w modelowaniu wieloskalowym. Metody rozprzężone w modelowaniu wieloskalowym. Modelowanie wieloskalowe materiałów nieliniowych i hipersprężystych. Optymalizacja konstrukcji modelowanych wieloskalowo. Modelowanie wieloskalowe w skali atomowej. |
| **20. Egzamin:** brak |

|  |
| --- |
| **21. Literatura podstawowa:**1. J. Fish, Practical Multiscaling, Wiley, 2013.
2. V. G., Kouznetsova, Computational homogenization for the multi-scale analysis of multi-phase materials, PhD thesis, Eindhoven, 2002.
3. Ł. Madej, Wykorzystanie modeli wirtualnych mikrostruktur w inżynierii metali, AGH, 2017.
4. K. Terada et al., A method of two-scale analysis with micro-macro decoupling scheme: application to hyperelastic composite materials, Computational Mechanics, 52, 2013.
 |
| **22. Literatura uzupełniająca:**1. A. Mrozek, W. Kuś, T. Burczyński, Method for determining structures of new carbon-based 2D materials with predefined mechanical properties, International Journal for Multiscale Computational Engineering, 2017.
2. P. Makowski, W. Kuś, Optimization of bone scaffold structures using experimental and numerical data, Acta Mechanica, 227(1), 139-149, 2016.
3. Kus, W., Burczynski, T., Bioinspired Algorithms in Multiscale Optimization, Computer Methods in Mechanics, pp. 183-192, Springer, 2010.
4. Burczynski, T., Mrozek, A., Kus, W., A computational continuum-discrete model of materials, Bulletin of the Polish Academy of Sciences-Technical Sciences, 55, 1, pp. 85-89, 2007.
 |
| **23. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Forma zajęć  | Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta |
| 1 | Wykład | 10/10 |
| 2 | Ćwiczenia | / |
| 3 | Laboratorium | / |
| 4 | Projekt | / |
| 5 | Seminarium | / |
| 6 | Inne (przygotowanie do zajęć) | 0 /10 |
|  | Suma godzin | 10 / 20 |

 |
| **24. Suma wszystkich godzin:** 30 |
| **25. Liczba punktów ECTS: 1** |
| **26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 1** |
| **27. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty):** |
| **26. Uwagi:** |

 Zatwierdzono:

 …………………………………………………

 (*data i podpis kierownika studiów doktoranckich)*