

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Symulacja numeryczna procesów termo-kinetycznych				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	ZSDA-3-0229-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Szkola Doktorska AGH				
Kierunek:	Szkola Doktorska AGH	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia III stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	0
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr inż. Szucki Michał (mszucki@agh.edu.pl)				

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł koncentruje się na zagadnieniu numerycznego modelowania wymiany pędu (przepływ płynów), masy i ciepła. Uczestnicy kursu zapoznają się z fizyko-matematycznymi podstawami tych procesów. Poznają techniki numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych. Wykorzystują oprogramowanie symulacyjne do rozwiązywania problemów inżynierskich i naukowych. Uzyskiwane wyniki poddają krytycznej analizie, a następnie prezentują na forum grupy.

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna podstawowe równania opisujące procesy wymiany ciepła, masy i pędu. Rozumie sens fizyczny występujących w nich współczynników.	SDA3A_W01	Udział w dyskusji
M_W002	Rozumie pojęcie rozwiązania analitycznego i numerycznego. Potrafi scharakteryzować metodę różnic skończonych (MRS) i metodę elementów skończonych (MES). Rozumie pojęcie dyskretyzacji. Wie jaki wpływ na stabilność numeryczną ma krok czasowy/przestrzenny.	SDA3A_W03, SDA3A_W01	Udział w dyskusji

M_W003	Zna i rozumie pojęcie warunków jednoznaczności (ze szczególnym uwzględnieniem warunków brzegowych).	SDA3A_W01	Udział w dyskusji
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi przetwarzać i krytycznie analizować wyniki symulacji numerycznych. Wie jakie czynniki wpływają na ich jakość.	SDA3A_U01	Prezentacja
M_U002	Potrafi zwięźle zaprezentować wyniki swoich badań. Bierze udział w dyskusji i potrafi bronić swojego stanowiska.	SDA3A_U03, SDA3A_U02, SDA3A_U04	Prezentacja
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Potrafi zwięźle zaprezentować wyniki swoich badań. Bierze udział w dyskusji i potrafi bronić swojego stanowiska.	SDA3A_U03, SDA3A_U02, SDA3A_U04	Prezentacja

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
45	15	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna podstawowe równania opisujące procesy wymiany ciepła, masy i pędu. Rozumie sens fizyczny występujących w nich współczynników.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Rozumie pojęcie rozwiązania analitycznego i numerycznego. Potrafi scharakteryzować metodę różnic skończonych (MRS) i metodę elementów skończonych (MES). Rozumie pojęcie dyskretyzacji. Wie jaki wpływ na stabilność numeryczną ma krok czasowy/przestrzenny.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Zna i rozumie pojęcie warunków jednoznaczności (ze szczególnym uwzględnieniem warunków brzegowych).	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi przetwarzać i krytycznie analizować wyniki symulacji numerycznych. Wie jakie czynniki wpływają na ich jakość.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi zwięźle zaprezentować wyniki swoich badań. Bierze udział w dyskusji i potrafi bronić swojego stanowiska.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Potrafi zwięźle zaprezentować wyniki swoich badań. Bierze udział w dyskusji i potrafi bronić swojego stanowiska.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	45 godz
Przygotowanie do zajęć	10 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	15 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	80 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

Pozostałe informacje

Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Wykłady obejmują:

1. Matematyczny opis procesów termo-kinetycznych;
2. Warunki jednoznaczności; Rozwiązania analityczne;

3. Wprowadzenie do metod numerycznych; Dyskretyzacja;
4. Pojęcie stabilności numerycznej i zbieżności obliczeń; Modelowanie źródłowych pól temperatury;
5. Metoda różnic skończonych i metoda elementów skończonych;
6. Wprowadzenie do oprogramowania symulacyjnego;
7. Analiza wyników symulacji numerycznych.

Ćwiczenia laboratoryjne

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują:

1. Zapoznanie się z interfejsem użytkownika programu COMSOL Multiphysics;
2. Wspólne przygotowanie symulacji obejmujących zagadnienia takie jak: wymiana ciepła, źródłowe pola temperatury, wymiana pędu (przepływ płynu);
3. Post-processing wyników obliczeń;
4. Analizę wpływu warunków jednoznaczności, w tym w szczególności warunków brzegowych, na przebieg symulacji;
5. Metody walidacji obliczeń numerycznych;
6. Wprowadzenie do inżynierskich systemów symulacyjnych na przykładzie oprogramowania Flow-3D;
7. Wykonanie zleconych przez prowadzącego symulacji numerycznych;
8. Prezentacja wyników symulacji, w formie krótkiego referatu połączonego z dyskusją.

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: Studenci samodzielnie lub w grupie wykonują zleczone zadania zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Wykazują się aktywnością np. poprzez udział w dyskusji. Przedstawiają wyniki swoich badań (symulacji) w formie prezentacji wygłoszonej na forum grupy.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Podstawowym warunkiem zaliczenia modułu jest obecność na zajęciach laboratoryjnych i wykładach. W przypadku nieobecności student jest zobowiązany do jej usprawiedliwienia.

W celu zaliczenia zajęć laboratoryjnych student musi wykonać symulację, której wyniki (wraz z krytyczną analizą) prezentuje w obecności prowadzącego i pozostałych uczestników kursu. Ocenie podlega zarówno sama prezentacja jak i sposób jej wygłoszenia (sposób prezentowania, udział w dyskusji, umiejętność obrony swoich poglądów itp.).

Ocena z zajęć laboratoryjnych obliczana jest jako średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych za:

- przekazaną prowadzącemu w formie elektronicznej prezentację,
- sposób prezentacji wyników i udział w dyskusji.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa jest wystawiana na podstawie oceny z zajęć laboratoryjnych.

Prowadzący moduł zastrzega sobie prawo podniesienia oceny końcowej (maksymalnie o jeden stopień) za aktywność na zajęciach i wykładach.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Student jest zobowiązany do samodzielnego nadrobienia wszelkich zaległości powstałych na skutek (usprawiedliwionej) nieobecności. Prowadzący zajęcia dostarczy studentowi materiały elektroniczne (pliki projektów) wykorzystywane na zajęciach realizowanych podczas nieobecności studenta.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Wymagania wstępne i dodatkowe obejmują:

- zapoznanie się (potwierdzone własnoręcznym podpisem) z przepisami BHP obowiązującymi w sali komputerowej.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. Literatura naukowa z zakresu obliczeniowej mechaniki płynów i termodynamiki;
2. Literatura naukowa z zakresu metod numerycznych;
3. B. Mochnecki, J. S. Suchy: Modelowanie i symulacja krzepnięcia odlewów. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1993;
4. W. Kapturkiewicz : Modelowanie krystalizacji odlewów żeliwnych. Wyd. AKAPIT, Kraków. 2003;
5. S. Wiśniewski, T. Wiśniewski: Wymiana ciepła. WNT, W-wa 1994;
6. Z. Ignaszak: Virtual Prototyping w Odlewnictwie. Bazy Danych i Walidacja. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2002.

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Pełne zestawiane publikacji naukowych osób prowadzących zajęcia można znaleźć na stronie: <https://bpp.agh.edu.pl>

1. Application of the lattice Boltzmann method for simulation of the mold filling process in the casting industry / Michał SZUCKI, J.S. SUCHY, J. LELITO, P. MALINOWSKI, J. Sobczyk // Heat and Mass Transfer ; ISSN 0947-7411. — 2017 vol. 53 iss. 12, 3421–3431.
2. A voxelization based mesh generation algorithm for numerical models used in foundry engineering — Algorytm generowania siatki obliczeniowej dla modeli numerycznych stosowanych w odlewnictwie oparty na procesie wokselizacji / Michał SZUCKI, Józef S. SUCHY // Metallurgy and Foundry Engineering; ISSN 1230-2325. — 2012 vol. 38 no. 1, s. 43–54.
3. Computer modelling in visualisation and reconstruction of archeological relicts — Wykorzystanie metod modelowania komputerowego dla wizualizacji rekonstrukcji zabytków archeologicznych / A. GARBACZ-KLEMPKA, M. SZUCKI // Archives of Metallurgy and Materials / Polish Academy of Sciences. Committee of Metallurgy. Institute of Metallurgy and Materials Science ; ISSN 1733-3490. — 2009 vol. 54 iss. 2, s. 339–345
4. Crystallization model of magnesium primary phase in the AZ91/Sic composite / J. LELITO, P.L. ŻAK, A.L. Greer, J.S. SUCHY, W.K. KRAJEWSKI, B. GRACZ, M. SZUCKI, A.A. Shirzadi // Composites. Part B, Engineering; ISSN 1359-8368. — 2012 vol. 43 iss. 8, s. 3306–3309
5. Extended free surface flow model based on the lattice Boltzmann approach / Michał SZUCKI, Józef S. SUCHY, Paweł ŻAK, Janusz LELITO, Beata GRACZ // Metallurgy and Foundry Engineering; ISSN 1230-2325. — 2010 vol. 36 no. 2, s. 113–121.
6. Modeling of MnS precipitation during the crystallization of grain oriented silicon steel / D. KALISZ, P.L. ŻAK, J. LELITO, M. SZUCKI, J.S. SUCHY, B. GRACZ // Metalurgija; ISSN 0543-5846. — 2015 vol. 54 no. 1, s. 139–142.
7. Modelling of the crystallization front - particles interactions in ZnAl/(SiC)_{p} composites / M.

SZUCKI, D. KALISZ, J. LELITO, P.L. ŽAK, J.S. SUCHY, K.W. KRAJEWSKI // Metalurgija; ISSN 0543-5846. — 2015 vol. 54 no. 2, s. 375–378.

8. Numerical analysis of solid particles flow in liquid metal / M. SZUCKI, T. GORAJ, J. LELITO, J.S. SUCHY // Archives of Foundry Engineering; ISSN 1897-3310. — 2013 vol. 13 spec. iss. 3, s. 161–166.

Informacje dodatkowe

Brak