

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Modelowanie procesów fizycznych

Rok akademicki: 2018/2019 Kod: JIS-2-103-GK-s Punkty ECTS: 5

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Informatyka Stosowana Specjalność: Grafika komputerowa i przetwarzanie obrazów

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 1

Strona www: <http://aurora.ftj.agh.edu.pl/~zimnoch>

Osoba odpowiedzialna: dr hab. inż. Zimnoch Mirosław (zimnoch@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr inż. Wachniew Przemysław (wachniew@agh.edu.pl)
dr hab. inż. Zimnoch Mirosław (zimnoch@agh.edu.pl)
dr inż. Gałkowski Michał (Michal.Galkowski@fis.agh.edu.pl)

Krótką charakterystyka modułu

Przedmiot ma na celu wprowadzenie studenta do zagadnień modelowania komputerowego zjawisk fizycznych

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W004	Zna i rozumie zjawiska fizyczne związane z transportem masy energii i pędu, rozkładami naprężeń i odkształceń	IS2A_W03	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Udział w dyskusji
M_W005	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i nowych osiągnięciach z zakresu numerycznego modelowania procesów	IS2A_W03	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Udział w dyskusji
M_W006	Zna etapy tworzenia modeli numerycznych oraz metody, techniki i narzędzia przeznaczone do ich realizacji	IS2A_W01, IS2A_W03	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Udział w dyskusji
M_W007	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę na temat wybranych procesów fizycznych	IS2A_W03	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Udział w dyskusji
Umiejętności			

M_U003	Potrafi wybrać najlepsze dla danego procesu rozwiązanie numeryczne i na tej podstawie przygotować, wykonać oraz zweryfikować model	IS2A_U04	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U004	Potrafi dokonać krytycznej analizy, poprawnie zinterpretować wyniki symulacji i prawidłowo je zaprezentować	IS2A_U02	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U005	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania modeli numerycznych do lepszego zrozumienia i usprawniania procesów rzeczywistych	IS2A_U02, IS2A_U04	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji
Kompetencje społeczne			
M_K002	Potrafi zaplanować pracę zespołową i rozdzielić zadania oraz oszacować czas realizacji	IS2A_K02	Sprawozdanie, Wykonanie projektu

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytorijne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W004	Zna i rozumie zjawiska fizyczne związane z transportem masy energii i pędu, rozkładami naprężeń i odkształceń	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W005	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i nowych osiągnięciach z zakresu numerycznego modelowania procesów	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W006	Zna etapy tworzenia modeli numerycznych oraz metody, techniki i narzędzia przeznaczone do ich realizacji	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W007	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę na temat wybranych procesów fizycznych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U003	Potrafi wybrać najlepsze dla danego procesu rozwiązanie numeryczne i na tej podstawie przygotować, wykonać oraz zweryfikować model	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U004	Potrafi dokonać krytycznej analizy, poprawnie zinterpretować wyniki symulacji i prawidłowo je zaprezentować	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U005	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania modeli numerycznych do lepszego zrozumienia i usprawniania procesów rzeczywistych	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K002	Potrafi zaplanować pracę zespołową i rozdzielić zadania oraz oszacować czas realizacji	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Tematyka wykładów obejmuje następujące zagadnienia:

- Klasyfikacja modeli ze względu na różne kryteria (wymiar, obszar, modelowana wielkość itp.)
- Modele dynamiczne i statyczne, modele stacjonarne i niestacjonarne, modele o parametrach skupionych i rozłożonych.
- Konstrukcja różnych siatek obliczeniowych.
- Definiowanie warunków brzegowych i początkowych.
- Przejście od równań różniczkowych do postaci całkowej, metoda ważonych residuów, metoda wariacyjna dla równań transportu masy ciepła i równań równowagi.
- Uproszczenia stosowane w modelowaniu (redukcja wymiarów, zaniedbywanie nieznaczących czynników itp.)
- Etapy realizacji modelowania numerycznego. Model fizyczny. Model obliczeniowy. Model matematyczny. Problem continuum i wstęp do homogenizacji. Kalibracja i skalowanie modelu. Obliczenia i weryfikacja wyników.
- Dobór algorytmu obliczeniowego do rozwiązywanego zjawiska (stabilność numeryczna, kryteria stabilności)
- Modelowanie proste i odwrotne (optymalizacja procesów)
- Możliwości zastosowania i ograniczenia metod:
 - różnic skończonych,
 - elementów skończonych
 - Monte Carlo
- Metody „alternatywne”:
 - dynamiki molekularnej i pochodne
 - gazu siatkowego
 - automatów komórkowych
 - sztucznych sieci neuronowych
 - algorytmy genetyczne
- Modelowanie zjawisk:
 - rozkładu naprężeń, odkształceń
 - procesów transportu (ciepło, dyfuzja, adwekcja, konwekcja itp.)
 - przemian fazowych
 - wytrzymałości

Ćwiczenia laboratoryjne

Symulacja ruchów Browna metodą Monte-Carlo

- student zna podstawy fizyczne ruchów Browna
- student potrafi zastosować metodę Monte-Carlo do przeprowadzenia symulacji tego zjawiska

Modelowanie transportu ciepła

- student umie wykonać dyskretyzację równania różniczkowego przy użyciu prostych aproksymacji pochodnych funkcji
- student potrafi zweryfikować poprawność uzyskanych wyników i przeanalizować stabilność numeryczną zastosowanego algorytmu

Modelowanie transportu adwekcyjno-dyfuzyjnego metodą explicite

- student zna równanie opisujące transport adwekcyjno-dyfuzyjny
- student potrafi napisać skrypt do numerycznego rozwiązania równania różniczkowego metodą explicite

Modelowanie transportu adwekcyjno-dyfuzyjnego metodą implicite

- student potrafi zastosować odpowiedni wariant warunków brzegowych
- student potrafi napisać skrypt do numerycznego rozwiązania równania różniczkowego metodą implicite

Modelowanie bilansu radiacyjnego dla Ziemi

- student zna mechanizmy wpływające na bilans radiacyjny Ziemi
- student potrafi ocenić wpływ różnych parametrów modelu na uzyskane wyniki

Modelowanie obiegu pierwiastków

- student umie stworzyć model opisujący złożony układ fizyczny stosując właściwe uproszczenia
- student umie wykonać kalibrację modelu w oparciu o dostępne wyniki eksperymentalne

Zastosowanie modeli o elementach skupionych do symulacji przepływów

- student umie zastosować całą splotu do symulacji transportu masy
- student potrafi zastosować właściwy wariant modelu najlepiej opisujący modelowany obiekt

Modelowanie smugi gaussowskiej

- student umie pozyskać informacje z udostępnionych aktów prawnych w celu obliczenia poziomu zanieczyszczenia powietrza w funkcji odległości od emitera

Zastosowanie znaczników do kalibracji modeli

- student umie wykorzystać techniki znacznikowe do kalibracji i/lub weryfikacji używanych modeli

Modelowanie odwrotne

- student zna technikę modelowania odwrotnego i potrafi ją właściwie zastosować

Modelowanie odwrotne z zastosowaniem metody sztucznych sieci neuronowych

- student zna podstawy modelowania technika sztucznych sieci neuronowych
- student potrafi właściwie zaplanować i odpowiednio zinterpretować uzyskane wyniki symulacji

Symulacja przepływów metodą cząstek

- student zna podstawowe odmiany metod cząstek
- student zna możliwości zastosowania i ograniczenia metod cząstek

Symulacja rozkładu naprężeń metoda elementów skończonych

- student umie zastosować metodę elementów skończonych do symulacji rozkładu naprężeń
- student umie właściwie zaprojektować siatkę obliczeniową

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena z laboratorium stanowi średnią arytmetyczną z ocen za sprawozdania z poszczególnych ćwiczeń uwzględniających aktywność studenta na zajęciach oraz wykazanie się wiedzą przekazywaną na wykładach.

Ocena z laboratorium jest obliczana tylko wówczas, gdy student uzyskał ze wszystkich ćwiczeń pozytywne oceny cząstkowe.

Ocena końcowa obliczana jest jako średnia ważona oceny z laboratorium (40%) i egzaminu (60%).

Wymagania wstępne i dodatkowe

- Znajomość algebry liniowej (operacje na wektorach i macierzach)
- Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego
- Zaawansowana umiejętność programowania proceduralnego
- Wskazana znajomość środowiska MATLAB

Zalecana literatura i pomoce naukowe

Literatura:

Heermann D.W. Podstawy symulacji komputerowych w fizyce. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1997

Holnicki P., Nahorski Z., Żochowski A. Modelowanie procesów środowiska naturalnego. Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, Warszawa 2000.

Dzwinel W., Informatyczne problemy i perspektywy symulacji metodą cząstek. Wydawnictwa AGH, Kraków 1996.

Griebel M., Knapek S., Zumbusch G. Numerical Simulation in Molecular Dynamics. Springer 2007.

Pomoce naukowe:

Środowisko obliczeniowe MATLAB (dostęp w pracowniach komputerowych)

lub

Program FreeMat dostępny na licencji GNU Public licence v.2

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Zimnoch, M., Wach, P., Chmura, L., Gorczyca, Z., Rozanski, K., Godłowska, J., Mazur, J., Kozak, K., Jericevic, A., 2014, Factors controlling temporal variability of near-ground atmospheric Rn-222 concentration over central Europe, ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS, VOL 14(18), pp.9567-9581, DOI:10.5194/acp-14-9567-2014

Zimnoch, Mirosław, Jelen, Dorota, Galkowski, Michał, Kuc, Tadeusz, Necki, Jarosław, Chmura, Lukasz, Gorczyca, Zbigniew, Jasek, Alina, Rozanski, Kazimierz, 2012, Partitioning of atmospheric carbon dioxide over Central Europe: insights from combined measurements of CO₂ mixing ratios and their carbon isotope composition, ISOTOPES IN ENVIRONMENTAL AND HEALTH STUDIES Vol.48(3), pp.421-433, DOI:10.1080/10256016.2012.663368

Zimnoch, M., Godłowska, J., Necki, J. M., Rozanski, K., 2010, Assessing surface fluxes of CO₂ and CH₄ in urban environment: a reconnaissance study in Krakow, Southern Poland, TELLUS SERIES B-CHEMICAL AND PHYSICAL METEOROLOGY, Vol.62(5), pp.573-580, DOI:10.1111/j.1600-0889.2010.00489.x

Zimnoch, M., Florkowski, T., Necki, J., Neubert, R., 2004, Diurnal variability of delta C-13 and delta O-18 of atmospheric CO₂ in the urban atmosphere of Krakow, Poland, ISOTOPES IN ENVIRONMENTAL AND HEALTH STUDIES, Vol.40(2), pp.129-143, DOI:10.1080/10256010410001670989

Informacje dodatkowe

I – Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Nieobecność na jednych ćwiczeniach zajęciach wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału.

Nieobecność na więcej niż jednych 20% zajęć wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału i jego zaliczenia w formie pisemnej w wyznaczonym przez

prowadzącego terminie lecz nie później jak w ostatnim tygodniu trwania zajęć.

Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż 20% zajęć i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości wyrównania zaległości.

II – Zasady zaliczania zajęć:

Zaliczenie laboratorium wymaga zaliczenia wszystkich ćwiczeń podanych w treści modułu.

Warunkiem uzyskania zaliczenia z pojedynczego ćwiczenia jest:

udział w zajęciach

wykonanie co najmniej 50% zakresu przewidzianego dla danego ćwiczenia

zaliczone sprawozdanie z opracowaniem wyników

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	35 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	30 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	35 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	132 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS