

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Modelowanie układów przepływowych

Rok akademicki: 2017/2018      Kod: JFT-1-701-s      Punkty ECTS: 4

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Fizyka Techniczna      Specjalność: —

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

Język wykładowy: Polski      Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A)      Semestr: 7

Strona www: <http://www.fis.agh.edu.pl/~Stegowski>

Osoba odpowiedzialna: dr hab. inż. Stęgowski Zdzisław (stegowski@fis.agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr hab. inż. Stęgowski Zdzisław (stegowski@fis.agh.edu.pl)

### Krótką charakterystyka modułu

Moduł umożliwia studentowi uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu matematycznego opisu i modelowania układów przepływowych.

### 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_W001	Student uzyskuje wiedzę z zakresu opisu układów przepływowych w oparciu o modele fenomenologiczne takich jak komorowe modele idealnego wymieszania oraz modele dyspersyjne.	FT1A_W01, FT1A_W07	Kolokwium
M_W002	Student uzyskuje wiedzę z zakresu matematycznego opisu przepływów turbulentnych. Poznaje różne modele je opisujące oraz zapoznaje się z podstawowymi zagadnieniami numerycznej mechaniki płynów.	FT1A_W01, FT1A_W07	Kolokwium
Umiejętności			
M_U001	Student potrafi zaprojektować model fenomenologiczny i wyznaczyć jego parametry w oparciu o dane doświadczalne funkcji rozkładu czasu przebywania.	FT1A_U08, FT1A_U02	Projekt inżynierski
M_U002	Student potrafi zastosować pakiety z zakresu numerycznej mechaniki płynów do symulacji przepływów.	FT1A_U08, FT1A_U02	Projekt inżynierski

Kompetencje społeczne			
M_K001	Student potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę i dostępne pakiety obliczeniowe do modelowania i symulowania układów przepływowych.	FT1A_K07, FT1A_K04	Kolokwium

## Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student uzyskuje wiedzę z zakresu opisu układów przepływowych w oparciu o modele fenomenologiczne takich jak komorowe modele idealnego wymieszania oraz modele dyspersyjne.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student uzyskuje wiedzę z zakresu matematycznego opisu przepływów turbulentnych. Poznaje różne modele je opisujące oraz zapoznaje się z podstawowymi zagadnieniami numerycznej mechaniki płynów.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi zaprojektować model fenomenologiczny i wyznaczyć jego parametry w oparciu o dane doświadczalne funkcji rozkładu czasu przebywania.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi zastosować pakiety z zakresu numerycznej mechaniki płynów do symulacji przepływów.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę i dostępne pakiety obliczeniowe do modelowania i symulowania układów przepływowych.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

## Wykład

WYKŁADY obejmują następujące zagadnienia

- układy przepływowe w naturze i technice,
- wprowadzenie do matematycznego opisu układów przepływowych,
- doświadczalne metody badania układów przepływowych,
- opis układu przepływowego poprzez funkcję rozkładu czasu przebywania,
- modele przepływu o parametrach uśrednionych, modele dyspersyjne, modele idealnego wymieszania,
- analityczne i numeryczne metody modelowania układów przepływowych dla modeli fenomenologicznych,
- praktyczne przykłady zastosowania modeli fenomenologicznych,
- wprowadzenie do zagadnień numerycznej dynamiki płynów,
- opis matematyczny przepływu laminarnego i turbulentnego,
- podstawowe zagadnienia opisu przepływu turbulentnego,
- analityczne i numeryczne modele opisujące zjawisko turbulencji,
- przepływy wielofazowe,
- pakiety do numerycznego symulowania przepływów,
- metodyka przeprowadzania numerycznych symulacji przepływów,
- praktyczne przykłady zastosowań numerycznej mechaniki płynów,
- doświadczalna weryfikacją wyników symulacji.

## Ćwiczenia laboratoryjne

PRACOWNIA KOMPUTEROWA – LABORATORIUM

ćwiczenia komputerowe obejmować będą dwa podstawowe projekty:

- symulacja przepływu dyfuzyjnego metodą śledzenia ruchu cząstek (metoda Lagrange'a)
  - symulacja przepływu dyfuzyjnego metodą elementów skończonych (metoda Eulera)
- Projekty te zaliczane będą na podstawie opracowanych sprawozdań.

## Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa z modułu obliczana jest, jako średnia ważona z: średniej oceny z ćwiczeń wykonywanych na laboratorium (35%) oraz oceny z kolokwium zaliczeniowego z wykładu (65%). Pozytywna ocena końcowa wymaga uzyskania pozytywnej oceny końcowej z obu form zajęć.

## Wymagania wstępne i dodatkowe

- dobre przygotowanie z modułów matematyki i fizyki realizowanych na studiach inżynierskich,
- dobre przygotowanie z modułów programowania komputerowego.

## Zalecana literatura i pomoce naukowe

Zdzisław Jaworski, Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2005.

Zdzisław Stęgowski, Badania znacznikowe i modelowanie komputerowe wybranych układów przepływowych, AGH WFiIS, Kraków 2010.

## Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Badania znacznikowe i modelowanie komputerowe wybranych układów przepływowych : rozprawa habilitacyjna — Tracer investigations and computer modelling for selected flow systems / Zdzisław STĘGOWSKI. — Kraków : Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH, 2010. — 143 s.. — Bibliogr. s. 135-143, Streszcz., Summ.. — ISBN: 978-83-925779-2-8

CFD models of jet mixing and their validation by tracer experiments / Leszek FURMAN, Zdzisław STĘGOWSKI // Chemical Engineering and Processing ; ISSN 0255-2701. — 2011 vol. 50 iss. 3, s. 300-304.

Determination of flow patterns in industrial gold leaching tank by radiotracer residence time distribution measurement / Zdzisław STĘGOWSKI, Christian P. K. Dagadu, Leszek FURMAN, Edward H. K. Akaho, Kweku A. Danso, Ishmael I. Mumuni, Patience S. Adu, Charles Amoah // *Nukleonika : the International Journal of Nuclear Research / Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Polish Nuclear Society, National Atomic Energy Agency* ; ISSN 0029-5922. — 2010 vol. 55 no. 3, s. 339-344.

Determination of flow structure in a gold leaching tank by CFD simulation / C.P.K. Dagadu, Z. STĘGOWSKI, L. FURMAN, E.H.K. Akaho, K.A. Danso // *Journal of Applied Mathematics and Physics* ; ISSN 2327-4352. — 2014 vol. 2 no. 7, s. 510-519.

Dispersion determination in a turbulent pipe flow using radiotracer data and CFD analysis / Sugiharto, Zdzisław STĘGOWSKI, Leszek FURMAN, Zaki Su'ud, Rizal Kurniadi, Abdul Waris, Zainal Abidin // *Computers & Fluids* ; ISSN 0045-7930. — 2013 vol. 79, s. 77-81.

Emission of styrene from polystyrene foam and of cyclopentane from polyurethane foam – measurements and modelling — Emisja styrenu z pianki styropianowej i cyklopentanu z pianki poliuretanowej – pomiary i modelowanie / Maciej Choczyński, Barbara Krajewska, Zdzisław STĘGOWSKI, Jarosław NĘCKI // *Polimery* ; ISSN 0032-2725. — 2011 t. 56 nr 6, s. 461-470.

Mixing analysis in a stirred tank using computational fluid dynamics / C.P.K. Dagadu, Z. STĘGOWSKI, B.J.A.Y. Sogbey, S.Y. Adzaklo // *Journal of Applied Mathematics and Physics* ; ISSN 2327-4352. — 2015 vol. 3 no. 6, s. 637-642.

Radiotracer investigation in gold leaching tanks / C.P.K. Dagadu, E.H.K. Akaho, K.A. Danso, Z. STĘGOWSKI, L. FURMAN // *Applied Radiation and Isotopes* ; ISSN 0969-8043. — 2012 vol. 70 iss. 1, s. 156-161.

Determination of the solid separation and residence time distributions in an industrial hydrocyclone using radioisotope tracer experiments / Zdzisław STĘGOWSKI, Jean-Pierre Leclerc // *International Journal of Mineral Processing*. — 2002 vol. 66 no. 1-4 s. 67-77.

Radioisotope tracer investigation and modeling of copper concentrate dewatering process / Zdzisław STĘGOWSKI, Leszek FURMAN // *International Journal of Mineral Processing*. — 2004 vol. 73 s. 37-43.

Radiotracer experiments and CFD simulation for industrial hydrocyclone performance / Zdzisław STĘGOWSKI, Edward NOWAK // *Nukleonika : The International Journal of Nuclear Research / Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Polish Nuclear Society, National Atomic Energy Agency* ; ISSN 0029-5922. — 2007 vol. 53 s. 115-123.

Tracer investigation of a packed column under variable flow / Leszek FURMAN, Jean P. Leclerc, Zdzisław STĘGOWSKI // *Chemical Engineering Science*. — 2005 vol. 60 s. 3043-3048.

## Informacje dodatkowe

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

ćwiczenia laboratoryjne: usprawiedliwiona nieobecność na zajęciach wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału i jego zaliczenia w formie i terminie wyznaczonym przez prowadzącego zajęcia obecność na wykładzie: zgodnie z Regulaminem Studiów AGH

Zasady zaliczania zajęć:

ćwiczenia laboratoryjne: podstawowym terminem uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w danym semestrze. Student może dwukrotnie przystąpić do poprawkowego zaliczania. Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż dwa zajęcia i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości poprawkowego zaliczenia zajęć. Od takiej decyzji prowadzącego zajęcia student może się odwołać do prowadzącego przedmiot (moduł) lub Dziekana.

**Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)**

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	15 godz
Przygotowanie do zajęć	36 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	22 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	103 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS