**Nazwa przedmiotu:**

Modelowanie bioprocesów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Paweł Sobieszuk, profesor uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-ICBIN-MSP-108

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 45
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 10
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 45
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 20
Sumaryczny nakład pracy studenta 120

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

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

-

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

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

**Wymagania wstępne:**

Brak wymagań wstępnych. Zajęcia prowadzone są w formie wykładu i ćwiczeń projektowych w laboratorium komputerowym i mają formę interaktywną.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami modelowania bioprocesów oraz z projektowaniem eksperymentu pod kątem weryfikacji doświadczalnej proponowanych modeli.
2. Celem zajęć projektowych jest wykonanie zaawansowanego modelowania procesów biotechnologicznych z wykorzystaniem oprogramowania MATLAB oraz zaplanowanie serii eksperymentów oraz poprawnie zinterpretowanie wyników doświadczalnych z wykorzystaniem oprogramowania STATISTICA.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Wprowadzenie i regulamin przedmiotu.
2. Tworzenie skryptów i funkcji w programie Matlab.
3. Bilans hodowli okresowej, rozwiązywanie układów równań różniczkowych w programie Matlab (procedura ode).
4. Bilans hodowli ciągłej, rozwiązywanie układów równań algebraicznych w programie Matlab (procedura solve).
5. Model osadu czynnego, bilans tlenu w bioreaktorze.
6. Model morfologiczny i makrokinetyczny wzrostu Penicilium chrysogenum.
7. Metody numeryczne.
8. Tworzenie i czytanie plików (fopen, fprint, fclose, textread), estymacja parametrów modelu (procedura lsqnonlin).
9. Wielowymiarowa analiza regresji.
10. Planowanie eksperymentu – Plany pełne.
11. Planowanie eksperymentu – Plany niepełne.
12. Wariancja, plan Placketta-Burmana.
13. Przykład planu Plackett-Burmana rozwiązany w Excel i Statistica.
14. Studium przypadku z literatury w Statistica.
15. Plan Boxa-Behnkena w Statistica.

Ćwiczenia projektowe
1. Opracowanie skryptu rozwiązującego w programie Matlab bilans bioreaktora okresowego. Celem jest określenie wpływu parametrów modelu na przebieg hodowli okresowej przez rozwiązanie układu bilansowych równań różniczkowych.
2. Opracowanie skryptu rozwiązującego w programie Matlab bilans bioreaktora przepływowego (chemostatu). Celem jest określenie wpływu parametrów modelu na przebieg hodowli ciągłej przez rozwiązanie układu bilansowych równań algebraicznych.
3. Wyznaczenie parametrów modelu na podstawie danych doświadczalnych przy użyciu procedury lsqnonlin.
4. Studium przypadku literaturowego planu Boxa-Behnkena w programie Statistica.

**Metody oceny:**

1. sprawdzian pisemny
2. wykonanie projektu
3. referat
4. dyskusja

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Chapman S.J., „Matlab Programming for Engineers”, Thomson, 2008.
2. Paca zbiorowa (red. W. Bednarski, J. Fiedurka), „Podstawy Biotechnologii Przemysłowej, WNT, Warszawa, 2012.
3. Materiały przygotowane przez wykładowcę.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Wykład:
Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa. Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia dla tej części zajęć jest dokonywana na podstawie wyniku pisemnego zaliczenia, dla którego wyznacza się dwa terminy: jeden bezpośrednio po zakończeniu wykładów i drugi w ostatnim tygodniu przed sesją egzaminacyjną.
W przypadku braku zaliczenia części wykładowej przedmiotu w pierwszym terminie student ma prawo przystąpić do zaliczenia poprawkowego organizowanego w drugim terminie. Podczas zaliczenia studenci nie mogą korzystać z żadnych materiałów i urządzeń co poświadczają podpisując oświadczenie o pracy samodzielnej podczas zdalnego zaliczenia wykładu.
Warunkiem zaliczenia części wykładowej jest uzyskanie oceny pozytywnej ze sprawdzianu pisemnego zgodnie ze skalą ocen: <50% - 2.0; 50-60% -3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4.0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

Ćwiczenia projektowe:
1. W ramach zajęć projektowych studenci wykonują obowiązkowo 4 zadania projektowe w grupach 3-4 osobowych. Terminy wydania i zwrotu projektów określa prowadzący w harmonogramie zajęć.
2. Warunkiem uzyskania zaliczenia jest przeprowadzenie przez wykonawców wspólnej prezentacji rozwiązanego problemu projektowego i omówienie procedury obliczeniowej programu Matlab i Statistica. Osobę prezentującą kolejne części projektu typuje prowadzący, oceniając wiedzę i zaangażowanie w zadanie projektowe poszczególnych osób.
3. Obecność wszystkich wykonawców podczas oddania wykonanego projektu jest obowiązkowa. Wszystkie projekty są oceniane na ocenę numeryczną i z każdego projektu należy otrzymać ocenę pozytywną. Prowadzący ma prawo zróżnicować oceny w obrębie grupy.
4. Możliwa jest jednokrotna poprawa negatywnie ocenionego projektu. Druga negatywna ocena projektu oznacza niezaliczenie przedmiotu. W terminie poprawkowym prezentację projektu przeprowadzają jedynie osoby, które otrzymały w pierwszym terminie oceny negatywne.
5. Prowadzący wystawia ocenę końcową za zajęcia projektowe na podstawie średniej arytmetycznej z czterech ocen uzyskanych z zadań projektowych.
6. Prezentacje projektów odbywają się z wykorzystaniem platformy MS Teams.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z części wykładowej i projektowej. Ocenę końcową z przedmiotu Modelowanie Bioprocesów stanowi średnia ważona ocen uzyskanych z części wykładowej i projektowej, przy czym waga oceny z części wykładowej wynosi 0,6, zaś z części projektowej - 0,4. W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć, przy czym powtórzeniu podlega cały przedmiot, nawet jeżeli student zaliczył część wykładową lub projektową.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Zna nowoczesne metody modelowania bioprocesów oraz metody ich rozwiązywania

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, wykonanie projektu, referat, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W03, K2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W2:**

Zna metody planowania eksperymentu biotechnologicznego i jego realizacji.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, wykonanie projektu, referat, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Posiada umiejętność sformułowania modelu matematycznego procesu biotechnologicznego.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, wykonanie projektu, referat, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U04, K2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka U2:**

Potrafi napisać program komputerowy w celu rozwiązania modelu matematycznego oraz jego weryfikację na podstawie danych doświadczalnych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, wykonanie projektu, referat, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U04, K2\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka U3:**

Potrafi zaplanować eksperyment biotechnologiczny oraz określić statystyczna istotność danych doświadczalnych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, wykonanie projektu, referat, dkyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U04, K2\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Potrafi samodzielnie zweryfikować poprawność danych doświadczalnych oraz proponowanych opisów matematycznych.

Weryfikacja:

wykonanie projektu, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K01, K2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK, I.P6S\_KR, P6U\_K, I.P6S\_KK