**Nazwa przedmiotu:**

Dynamika pojazdów samochodowych

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Lozia, Zakład Budowy i Eksploatacji Środków Transportu, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Transport

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

60 godz., w tym: praca na wykładach 15 godz., praca na ćwiczeniach projektowych 15 godz., studiowanie literatury przedmiotu 10 godz., wykonanie arkusza kalkulacyjnego poza godzinami zajęć 9 godz., przygotowanie się do zaliczenia wykładu 8 godz., konsultacje 2 godz., zaliczenie pracy projektowej 1 godz.

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

1,5 pkt. ECTS (33 godz., w tym: praca na wykładach 15 godz., praca na ćwiczeniach projektowych 15 godz., konsultacje 2 godz., zaliczenie pracy projektowej 1 godz.).

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,0 pkt. ECTS (25 godz., w tym: praca na ćwiczeniach projektowych 15 godz., wykonanie arkusza kalkulacyjnego poza godzinami zajęć 9 godz., zaliczenie pracy projektowej 1 godz.).

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

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika techniczna, Teoria ruchu pojazdów samochodowych.

**Limit liczby studentów:**

Wykład: 100 osób, ćwiczenia projektowe: 18 osób.

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z metodami badań eksperymentalnych i symulacyjnych służących ocenie własności dynamicznych samochodu.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Podstawowe pojęcia: ruch podstawowy, zakłócenia ruchu podstawowego. Modele fizyczne (fizykalne) pojazdu. Modele oddziaływania koła ogumionego z nawierzchnią drogi. Modele oddziaływania kierowca-pojazd. Główne zaburzenia ruchu podstawowego pojazdu. Modele matematyczne - równania ruchu. Związek sił uogólnionych z siłami oporów ruchu pojazdu oraz zaburzeniami ruchu. Opisu rozpędzania pojazdu i procesu hamowania w ruchu prostoliniowym. Stateczność kierunkowa pojazdu w trakcie hamowania, celowość wprowadzania urządzeń przeciwblokujących. Zwrotność i kierowalność samochodu, stateczność kierunkowa ruchu. Pojazd podsterowny, neutralny, nadsterowny. Stany graniczne ruchu po łuku: wywrócenie pojazdu na bok, utrata przyczepności bocznej. Celowość wprowadzania urządzeń korygujących ruch krzywoliniowy pojazdu. Źródła danych - parametrów i charakterystyk wykorzystywanych w modelach matematycznych ruchu i dynamiki pojazdu. Ogólny opis symulacji ruchu i dynamiki pojazdu. Testy ISO i ECE wykorzystywane w ocenie własności ruchowych i dynamicznych pojazdu. Metody analizy i oceny na płaszczyźnie drogi, w dziedzinie czasu i częstotliwości. Wizualizacja wyników analiz.
Ćwiczenia projektowe:
Jest to semestralny projekt obejmujący obliczenia trakcyjne, ocenę procesu hamowania i stanów granicznych ruchu krzywoliniowego samochodu. Dla przyjętych danych wstępnych pojazdu i nawierzchni drogi, wykorzystując arkusz kalkulacyjny, student ocenia własności statyczne pojazdu (położenie środka masy, graniczne pochylenia wzdłużne i boczne drogi). Wyznacza charakterystyki oporów w ruchu prostoliniowego pojazdu. Następnie dobiera silnik, buduje charakterystyki własności trakcyjnych (bilansu mocy, trakcyjne, dynamiczne) oraz wyznacza przełożenia układu napędowego oraz liczbę biegów skrzynki biegów. Dokonuje oceny zdolności przyspieszania pojazdu. Wyznacza maksymalne opóźniania hamowania w ruchu prostoliniowym bez blokowania kół i możliwe do uzyskania najkrótsze wartości drogi hamowania i drogi zatrzymania. Określa parametry stanów granicznych ruchu krzywoliniowego na drodze poziomej i z przechyłką boczną.

**Metody oceny:**

Wykład:
Kolokwium pisemne. Obejmuje 3 pytania otwarte. Warunkiem uzyskania oceny pozytywnej z kolokwium jest uzyskanie wskaźnika jakościowego oceny powyżej 50% za wszystkie pytania łącznie.
Ćwiczenia projektowe:
Zapoznanie się prowadzącego zajęcia z projektem semestralnym. Zadanie pytań, mających na celu wyjaśnienie szczegółów obliczeń; sprawdzenie w ten sposób samodzielności wykonanych zadań.
Ocena zintegrowana:
Oceną zintegrowaną jest wartość średnią z dwóch ocen: oceny z zaliczenia i wykonania projektu semestralnego. Wymagane jest uzyskanie obu pozytywnych ocen.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Literatura podstawowa:
1. Lozia Z., Analiza ruchu samochodu dwuosiowego na tle modelowania jego dynamiki. Monografia. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport. Zeszyt 41. Warszawa 1998 r.
2. Lozia Z. Symulatory jazdy samochodem. WKŁ Warszawa 2008 r. ISBN: 978-83-206-1663-7.
3. Dukkipati R. et al., Road vehicle dynamics. SAE, Inc. Warrendale 2008 r.
4. Pieniążek W., Więckowski D., Badania kierowalności i stateczności pojazdów samochodowych. PWN. Warszawa 2020 r.
5. Prochowski L., Pojazdy samochodowe. Mechanika ruchu. WKŁ. Warszawa 2005 r.

Literatura uzupełniająca:
1. Gillespie T. D., Fundamentals of vehicle dynamics. SAE, Inc. Warrendale. Third printing 1994.
2. Lozia Z., Guzek. M., Metody badań stateczności i kierowalności pojazdów samochodowych. Analiza metod przydatnych podczas badań pojazdów o nietypowych parametrach. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport. Zeszyt 34. 1995 r. Str. 73÷99.
3. Arczyński St., Mechanika ruchu samochodu. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1993 r.

**Witryna www przedmiotu:**

www.wt.pw.edu.pl

**Uwagi:**

O ile nie powoduje to zmian w zakresie powiązań danego przedmiotu z efektami uczenia się określonymi dla programu studiów w treściach kształcenia mogą być wprowadzane na bieżąco zmiany związane z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć naukowych.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna podstawowe pojęcia z zakresu dynamiki pojazdu drogowego oraz zasady budowy modeli fizycznych i matematycznych ruchu samochodu.

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne; warunkiem minimalnym osiągnięcia efektu jest uzyskanie wskaźnika jakościowego oceny powyżej 50% za pytania w zakresie tematycznym tego efektu.
Wykonanie semestralnego projektu dla przyjętych danych wstępnych pojazdu i nawierzchni drogi. Potwierdzenie (w rozmowie z prowadzącym zajęcia projektowe) znajomości zagadnień, których dotyczą obliczenia oraz samodzielności wykonanych zadań.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W09, Tr1A\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

Zna stosowane modele oddziaływania koło ogumione – droga oraz modele oddziaływania kierowca - pojazd.

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne; warunkiem minimalnym osiągnięcia efektu jest uzyskanie wskaźnika jakościowego oceny powyżej 50% za pytania w zakresie tematycznym tego efektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W09, Tr1A\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o, P6U\_W

**Charakterystyka W03:**

Zna metody pozyskiwania danych do modeli symulacyjnych ruchu pojazdu (wybrane metody badań pojazdów i ich zespołów) oraz zna znormalizowane (ISO, ECE) metody badań własności dynamicznych pojazdów drogowych (eksperymentalne, symulacyjne).

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne; warunkiem minimalnym osiągnięcia efektu jest uzyskanie wskaźnika jakościowego oceny powyżej 50% za pytania w zakresie tematycznym tego efektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W09, Tr1A\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Posiada umiejętność pozyskiwania informacji z literatury na temat dynamiki i modelowania ruchu pojazdu oraz umiejętność interpretacji tych informacji.

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne; warunkiem minimalnym osiągnięcia efektu jest uzyskanie wskaźnika jakościowego oceny powyżej 50% za pytania w zakresie tematycznym tego efektu.
Wykonanie semestralnego projektu dla przyjętych danych wstępnych pojazdu i nawierzchni drogi. Potwierdzenie (w rozmowie z prowadzącym zajęcia projektowe) znajomości zagadnień, których dotyczą obliczenia oraz samodzielności wykonanych zadań.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U02:**

Posiada umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia badań wybranych własności dynamicznych samochodu metodą symulacyjną.

Weryfikacja:

Wykonanie semestralnego projektu dla przyjętych danych wstępnych pojazdu i nawierzchni drogi. Potwierdzenie (w rozmowie z prowadzącym zajęcia projektowe) znajomości zagadnień, których dotyczą obliczenia oraz samodzielności wykonanych zadań.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U09, Tr1A\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U03:**

Wykazuje się umiejętnością interpretowania wyników pomiarów wybranych wielkości związanych badaniami pojazdów drogowych.

Weryfikacja:

Wykonanie semestralnego projektu dla przyjętych danych wstępnych pojazdu i nawierzchni drogi. Potwierdzenie (w rozmowie z prowadzącym zajęcia projektowe) znajomości zagadnień, których dotyczą obliczenia oraz samodzielności wykonanych zadań.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o