



Podstawy akustyki

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria Akustyczna Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Poziom kształcenia Studia inżynierskie I stopnia Forma studiów Stacjonarne Profil studiów Ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2025/2026 Kod przedmiotu RIAKS.II4.02500.25 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Koordynator przedmiotu	Jerzy Wiciak	
Prowadzący zajęcia	Jerzy Wiciak, Adam Pilch, Łukasz Gorazd	
Okres Semestr 3	Forma zaliczenia Egzamin Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 40 Ćwiczenia audytoryjne: 15 Ćwiczenia laboratoryjne: 15	Liczba punktów ECTS 6

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	posiada ogólną wiedzę z zakresu podstaw akustyki	IAK1A_W06, IAK1A_W08, IAK1A_W12, IAK1A_W19, IAK1A_W22	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
W2	zna pojęcia z zakresu pola akustycznego i modelowania pola akustycznego	IAK1A_W06, IAK1A_W10, IAK1A_W12	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
W3	posiada podstawową wiedzę z zakresu źródeł hałasu oraz ich wpływu na środowisko	IAK1A_W22	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	potrafi dostrzec interdyscyplinarność akustyki, rozróżnia i definiuje podstawowe parametry pola akustycznego, potrafi wykorzystywać metody symulacyjne do modelowania i analizy pola akustycznego	IAK1A_U01, IAK1A_U02, IAK1A_U07, IAK1A_U08, IAK1A_U15, IAK1A_U20, IAK1A_U26	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Egzamin
U2	potrafi ocenić szkodliwość wpływu różnych źródeł hałasu na człowieka i środowisko	IAK1A_U06, IAK1A_U16, IAK1A_U18	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Egzamin
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	rozumie interdyscyplinarny wymiar działalności inżyniera akustyka, potrafi współpracować ze specjalistami z innych dziedzin inżynieryjnych a także muzykami czy realizatorami dźwięku	IAK1A_K05	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W ramach przedmiotu studenci poznają podstawowe zjawiska akustyczne związane z generowaniem, transmisją i percepcją dźwięków. W ramach ćwiczeń audytoryjnych, wprowadzane są podstawowe modele analityczne służące do opisu pola akustycznego.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	40
Ćwiczenia audytoryjne	15
Ćwiczenia laboratoryjne	15
Przygotowanie do zajęć	60

Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 162
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 70

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	1. Fale dźwiękowe w płynach. Równania opisujące rozchodzenie się fal (Eulera, ciągłości masy, termodynamiczne równanie stanu). Równanie falowe. Elementarne rozwiązanie dla ruchu harmonicznego: fala płaska – rozwiązanie jedno, dwu i trójwymiarowe, fala kulista. Zapis rzeczywisty i zespolony wielkości opisujących pole akustyczne. Wielkości pochodne opisujące pole akustyczne. Impedancja, natężenie chwilowe i średnie w czasie, energia i moc. Pola zachowawcze i dyssypacyjne. Propagacja fali akustycznej w ośrodku ze startami i w ośrodkach dyspersyjnych. 2. Promieniowanie źródeł akustycznych i propagacja fal w otwartej przestrzeni. Rodzaje i klasyfikacja źródeł dźwięku. Kierunkowość i charakterystyki kierunkowe. Elementarne źródła dźwięku. Wzór całkowity Rayleigha i wzór dyfrakcyjny Fraunhofera. Promieniowania tłoka drgającego w nieskończonej sztywnej odgradzie. 3. Podstawy teorii sygnałów. Analiza Fouriera sygnałów akustycznych. Filtry. 4. Zjawiska odbicia i transmisji fali (zmiany w płynie, transmisja z jednego płynu do drugiego, transmisja przez warstwę płynu, odbicie od powierzchni ciała stałego, transmisja przez cienką przegrodę, prawo masy). 5. Absorpcja i tłumienie dźwięku (pochłanianie przez lepkość, złożona prędkość dźwięku i pochłanianie, pochłanianie przez przewodnictwo cieplne, klasyczny współczynnik pochłaniania, molekularna relaksacja termiczna, absorpcja w cieczach). 6. Zaburzenia pola akustycznego przez przeszkodę, rozpraszanie dźwięku. 7. Propagacja fal w obszarach ograniczonych. Ustroje akustyczne (Falowody akustyczne. Rezonatory. Filtry akustyczne. Dyfuzory. 8. Fale uderzeniowe i eksplozje. 9. Akustyka słuchu i mowy (fizjologia słuchu, psychologia słyszenia, percepcja mowy, zrozumienie mowy). 10. Podstawy metody analizy krajobrazu dźwiękowego.	W1, W2, W3	Wykład

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
2.	1. Propagacja fali akustycznej 2. Fala stojąca Ciśnienie i prędkość akustyczna, natężenie dźwięku dla fal stojących, warunki brzegowe, układy wielowymiarowe. 3. Rezonator Helmholtza Analogie mechanoakustyczne rezonatora Helmholtza, wpływ oporów ruchu na parametry układu. 4. Statystyczna teoria pola akustycznego Impedancja akustyczna, współczynnik odbicia dźwięku, współczynnik pochłaniania dźwięku, średnia droga swoboda. 5. Czas pogłosu Narastanie i zanik energii akustycznej w pomieszczeniu, czas pogłosu, poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu zamkniętym. 6. Zjawiska falowe Dyfrakcja, załamanie, refrakcja.	W1, W2, W3, U1, U2, K1	Ćwiczenia audytoryjne
3.	1. Wprowadzenie. Zapoznanie się z laboratoriami akustycznymi. 2. Pomiar ciśnienia akustycznego i natężenia dźwięku. Identyfikacja pola akustycznego – pole w komorze bezchłowej i pogłosowej. Interferencja fal. 3. Sumowanie źródeł dźwięku, zależność poziomu ciśnienia (natężenia) dźwięku od odległości. 4. Wyznaczanie równoważnego poziomu dźwięku oraz poziomu ekspozycyjnego na podstawie pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego 5. Badanie zjawiska rezonansu akustycznego. 6. Pomiar prędkości dźwięku w różnych ośrodkach 7. Wyznaczanie charakterystyk kierunkowości źródeł dźwięku	W1, W2, W3, U1, U2, K1	Ćwiczenia laboratoryjne

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Mini wykład

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Egzamin	Zaliczenie kolokwiów.

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Ćwiczenia audytoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium	Zaliczenie dwóch kolokwium obejmujących materiał z zajęć ćwiczeniowych, aktywny udział w zajęciach.
Ćwiczenia laboratoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium	Pozytywne wyniki z kolokwium, zaliczenie sprawozdań z przeprowadzonych eksperymentów.

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

Egzamin:

Zaliczenie wykładu, pozytywna ocena z ćwiczeń tablicowych, pozytywna ocena z laboratorium.

Wykład:

Zaliczenie kolokwium.

Ćwiczenia tablicowe:

Zaliczenie dwóch kolokwium obejmujących materiał z zajęć ćwiczeniowych, aktywny udział w zajęciach. W przypadku stwierdzenia znaczących zaległości w przyswajaniu materiału z zajęć przez studentów, prowadzący dopuszcza możliwość przeprowadzenia dodatkowych kolokwium, których zaliczenie będzie konieczne do uzyskania pozytywnej oceny końcowej z ćwiczeń audytoryjnych.

Laboratoria:

Pozytywne wyniki z kolokwium, zaliczenie sprawozdań z przeprowadzonych eksperymentów. Ocena końcowa jest średnią z otrzymanych w trakcie semestru ocen. Nieterminowe uzupełnianie zaległości skutkować będzie obniżeniem oceny.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa jest średnią ważoną ocen z egzaminu (60% udziału w ocenie końcowej), z zaliczenia ćwiczeń tablicowych (25%) oraz z zaliczenia laboratoriów (15%), przy czym wszystkie oceny muszą być pozytywne.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Ćwiczenia tablicowe:

Student nieobecny na zajęciach zobowiązany jest do uzupełnienia powstałych w wyniku nieobecności braków oraz do wykonania zadań obliczeniowych z danego zakresu materiału wskazanych przez prowadzącego zajęcia.

Laboratorium:

Nieobecność na zajęciach laboratoryjnych należy odrobić w formie pisemnej w postaci sprawozdania lub instrukcji do tematu ćwiczenia określonego przez prowadzącego.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Student musi posiadać wiedzę z zakresu matematyki oraz podstawowych zjawisk fizycznych. Zalecana jest także umiejętność obsługi komputera.

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

Wykład:

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 audytoryjne:

Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Ćwiczenia laboratoryjne:

Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w

formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Literatura

Obowiązkowa

1. Dobrucki A., Podstawy akustyki, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 1987
2. Engel Z., Panuszka R., Podstawy akustyki, Wydawnictwo AGH, 1989
3. Everest F. A., Podręcznik akustyki, Wydawnictwo SONIA DRAGA
4. Makarewicz R., Dźwięki i fale, Wydawnictwo Naukowe UAM, 2017
5. Malecki I., Teoria fal i układów akustycznych, PWN
6. Kwiek M., Akustyka laboratoryjna cz. I Podstawy akustyki teoretycznej, PWN
7. Moore B.C.J., Wprowadzenie do psychologii słyszenia, PWN 1999

Dodatkowa

1. Kuttruff H., Acoustics: An Introduction, Taylor & Francis, 2007
2. Rossing T. D., Springer Handbook of Acoustics, Science+Business Media, Inc., 2007
3. Beranek L., Mellow T., Acoustics sound fields and transducers, Elsevier
4. Mechel F.P., Formulas of Acoustics 2nd edition, Springer
5. Rossing T.D., Fletcher N.H., Principles of vibration and sound 2nd edition, Springer

Badania i publikacje

Publikacje

1. Acoustics of Orthodox churches in Poland / Paweł MAŁECKI, Jerzy WICIAK, Damian Nowak // Archives of Acoustics ; ISSN 0137-5075. — 2017 vol. 42 no. 4, s. 579-590. — Bibliogr. s. 589-590. — Publikacja dostępna online od: 2017-12-29. — tekst: <https://goo.gl/gqzWJg>
2. Active vibration control of rectangular plate with distributed piezoelements excited acoustically and mechanically / M. KOZUPA, J. WICIAK // Acta Physica Polonica. A ; ISSN 0587-4246. — 2010 vol. 118 no. 1, s. 95-98. — Bibliogr. s. 98. — tekst: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5le46bRRtq6vTq6k63nn5Kx95uXxjL6prUqzpbB1r6qeT7ipsFKyr55Zy5zyit%2fk8Xnh6ueH7N%2fiVaunsUixra9ItaqvPurX7H%2b75uo%2b4ti7ebfeplzf3btZzjzfhursE22rrBPrpzk%2fdj34y75uj%2bxOvqhNLb9owA&hid=4114>
3. Passive structural acoustic control of the smart plate – FEM simulation / M.S. Kozień, J. WICIAK // Acta Physica Polonica. A ; ISSN 0587-4246. — 2010 vol. 118 no. 6, s. 1186-1188. — Bibliogr. s. 1188. — tekst: <http://przyrbwn.icm.edu.pl/APP/PDF/118/a118z6p25.pdf>
4. Sound pressure level analysis of commercials and regular programs / P. MAŁECKI, J. WICIAK // Acta Physica Polonica. A ; ISSN 0587-4246. — 2010 vol. 118 no. 1, s. 118-122. — Bibliogr. s. 121-122. — tekst: <http://przyrbwn.icm.edu.pl/APP/PDF/118/a118z1p28.pdf>

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
IAK1A_K05	ma świadomość ważności i rozumie humanistyczny, kulturowo-społeczny wymiar działalności inżyniera-akustyka, w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje; kształtuje kulturę techniczną w swoim środowisku zawodowym
IAK1A_U01	umie posługiwać się regułami ścisłego, logicznego myślenia w analizie procesów fizycznych i technicznych
IAK1A_U02	potrafi wykorzystać poznany aparat matematyczny do opisu i analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych, w szczególności: umie wykorzystać rachunek różniczkowy do obliczeń przybliżonych, umie stosować rachunek różniczkowy i całkowy do zagadnień fizyki i nauk technicznych, umie korzystać z rachunku macierzowego, umie korzystać z rachunku wektorowego, umie rozwiązywać podstawowe typy równań różniczkowych opisujących zjawiska fizyczne, umie stosować opis analityczny krzywych i powierzchni w R ³
IAK1A_U06	potrafi ocenić prawidłowość warunków miejsca pracy i w razie potrzeby wskazać potrzebne zmiany zgodnie z regułami ergonomii
IAK1A_U07	potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami fizycznymi i zasadą uniwersalności rozwiązań matematycznych w celu opisu rzeczywistych układów akustycznych, mechanicznych i elektrycznych oraz wybrać odpowiedni model, w ramach którego przeprowadzi analizę układu
IAK1A_U08	potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem układów, urządzeń i oprogramowania akustycznego — integrować pochodzącą z różnych źródeł wiedzę z dziedziny akustyki, elektroniki, informatyki, mechaniki i innych dyscyplin
IAK1A_U15	potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu akustyki — dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym społeczne, środowiskowe i prawne
IAK1A_U16	potrafi posługiwać się aktami prawnymi (np. normami) dotyczącymi ochrony przed hałasem i drganiami oraz uzasadniać konieczność ich przestrzegania
IAK1A_U18	potrafi jakościowo porównać szkodliwość oddziaływania różnych źródeł zanieczyszczenia środowiska
IAK1A_U20	potrafi przeprowadzić analizę akustyczną pomieszczenia, ocenić konieczność zastosowania adaptacji akustycznej wnętrza, jak również ją zaprojektować zgodnie z zaleceniami literaturowymi
IAK1A_U26	potrafi wykorzystać znajomość źródeł hałasu i drgań oraz ich charakterystyk dla skutecznego obniżania zagrożeń wibroakustycznych lub znajomość budowy, charakterystyki i techniki gry na instrumentach muzycznych oraz składu, układu i charakterystyki zespołów wykonawczych do realizacji ich nagrań i nagłośnienia
IAK1A_W06	ma wiedzę w zakresie podstaw akustyki - zna podstawowe pojęcia pola akustycznego i zależności między nimi - zna podstawowe prawa wyprowadzone z zasad zachowania - zna podstawowe modele pól i układów akustycznych - zna analogie mechano-akusto-elektryczne
IAK1A_W08	ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii, zna i rozumie metody i techniki pomiaru i estymacji podstawowych wielkości elektrycznych, akustycznych i mechanicznych
IAK1A_W10	rozumie zagrożenia dla środowiska naturalnego płynące z różnych dziedzin aktywności ludzkiej i zna ich konsekwencje dla zdrowia i dobrobytu człowieka oraz dla naturalnych ekosystemów
IAK1A_W12	zna prawa i zasady rządzące propagacją dźwięku w przestrzeni zamkniętej oraz zna zasady kształtowania parametrów akustycznych wnętrz
IAK1A_W19	zna elementy toru elektroakustycznego, rodzaje występujących w nim urządzeń i ich przeznaczenie, charakteryzujące je parametry i sposoby ich pomiaru
IAK1A_W22	posiada ogólną wiedzę dotyczącą źródeł hałasu w technice i środowisku, ich klasyfikacji i powodowanych przez nie zagrożeń lub wiedzę dotyczącą klasyfikacji, budowy i działania instrumentów muzycznych, techniki gry na tych instrumentach i właściwości emitowanego przez nie dźwięku