

Nazwa w języku polskim: Wstęp do analizy wyników pomiarów
Nazwa w jęz. angielskim: Introduction to the analysis of measurement results

Dane dotyczące zajęć:
Information on course:

Jednostka oferująca: Instytut Fizyki – CND // dr hab. inż. Adam Michczyński, prof. PŚ
Course offered by: Institute of Physics – CSE // dr hab. inż. Adam Michczyński, prof. PŚ

Język wykładowy:
Polski
Language:
Polish
Strona WWW: Course homepage:
Skrócony opis:
Przedmiot przedstawia elementy wnioskowania statystycznego (estymacja oraz testowanie hipotez) w zastosowaniu do pomiarów w technice. Założeniem przedmiotu jest przekazanie studentom w zrozumiały sposób wiadomości dotyczących metod obliczania i wyrażania niepewności pomiarowych zgodnie z międzynarodową normą określoną w <i>Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements</i> (2008) oraz statystycznych podstaw tych metod. Ponadto studenci zapoznają się z prostymi metodami dopasowania zależności do zbioru punktów pomiarowych oraz testowania hipotez statystycznych.
Short description:
The subject presents the elements of statistical inference (estimation and hypothesis testing) as applied to measurements in the technique. The assumption of the course is to provide students with understandable information on the methods of calculating and expressing measurement uncertainty in accordance with the international standard specified in <i>Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements</i> (2008) and the statistical basis of these methods. In addition, students will learn simple methods of matching dependencies to a set of measurement points (straight line fitting) and testing statistical hypotheses.
Opis:
Treści programowe Wykład: 1. Pomiary fizyczne i niepewności pomiarowe. Definicja pomiaru. Pojęcia błędu i niepewności pomiaru. Rodzaje błędów pomiaru. Dokładność i precyzja. Dwa modele opisu niepewności pomiarowych - model statystyczny (<i>Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements</i>) oraz deterministyczny model niepewności maksymalnej. 2. Elementy rachunku prawdopodobieństwa. Zmienna losowa – rozkład zmiennej losowej, funkcja gęstości prawdopodobieństwa, dystrybuanta. Parametry rozkładu zmiennej losowej. Najczęściej spotykane rozkłady prawdopodobieństwa zmiennej losowej. 3. Wynik pomiaru jako zmienna losowa podlegające rozkładowi Gaussa. Pojęcia populacji, próby i estymacji punktowej. Cechy dobrych estymatorów. Metoda największej wiarygodności. Estymator wartości oczekiwanej - wartość średnia. 4. Estymatory wariancji i dyspersji - odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru. Dyspersja odchylenia standardowego. Odchylenie standardowe wartości średniej - niepewność pomiaru określana metodą typu A. 5. Dokładność przyrządów pomiarowych. Obliczanie niepewności pomiaru metodą typu B. Niepewność całkowita. Średnia ważona. 6. Rozkład prawdopodobieństwa wielu zmiennych losowych. Pojęcia korelacji i kowariancji. Prawo propagacji niepewności pomiarowych - niepewność pomiarów pośrednich. Niepewność pomiarów pośrednich dla dużych niepewności wielkości mierzonych bezpośrednio – metody wyznaczenia rozkładu prawdopodobieństwa zmiennej losowej. Metoda zamiany zmiennych. 7. Przedziały ufności dla rozkładu Gaussa. Rozkład Studenta. Zasady odrzucania wyników pomiarów. Niepewność standardowa rozszerzona. 8. Histogram. Zasady tworzenia histogramów. Dyspersja liczebności przedziałów histogramu. 9. Metoda najmniejszych kwadratów. Dopasowanie zależności liniowej do wyników pomiarów.

- Weryfikacja poprawności dopasowania. Linearyzacja zależności nieliniowych. Część 1.
10. Metoda najmniejszych kwadratów. Dopasowanie zależności liniowej do wyników pomiarów. Weryfikacja poprawności dopasowania. Linearyzacja zależności nieliniowych. Część 2.
 11. Podstawy testowania hipotez statystycznych. Testowanie zgodności wartości średniej ze zadaną wielkością. Testowanie zgodności dwóch wartości średnich.
 12. Rozkład c^2 . Test c^2 zgodności rozkładów. Test c^2 jakości dopasowania w zastosowaniu do średniej ważonej. Test c^2 jakości dopasowania zależności liniowej do wyników pomiarów. Alternatywne podejście do testowania hipotez: p-wartości.

Wykład:

- **stacjonarne: 30 h**

Liczba punktów ECTS: 2

Description:

Lectures:

1. Definition of a measurement. The concepts of measurement error and uncertainty. Types of the measurement errors. Accuracy and precision. Two models of measurement's uncertainty description - a statistical model (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements) and a deterministic maximum uncertainty model.
2. Elements of the theory of probability: Random variable - distribution of a random variable, probability density function, distribution function. Parameters of distribution of a random variable. Examples of the probability distributions of a random variable.
3. Measurement result as a random variable subject to Gaussian distribution. Concepts of population, sample and point estimation. Features of good estimators. Maximum likelihood method. Expected value estimator - mean value.
4. Variance and dispersion estimators - standard deviation of a single measurement. Dispersion of the standard deviation. Standard deviation of the mean value - uncertainty of measurement determined by the method of type A.
5. Accuracy of measuring instruments. Calculation of measurement uncertainty using the B method. Total uncertainty. Weighted average.
6. Probability distribution of many random variables. The concepts of correlation and covariance. Law of propagation of measurement uncertainties - uncertainty of indirect measurements. Uncertainty of indirect measurements for large uncertainties of directly measured quantities - methods of determining the probability distribution of a random variable. A method of a swap of variables.
7. Confidence intervals for the Gaussian distribution. Student's distribution. Rules for rejecting of measurement results. Expanded uncertainty.
8. Histogram. Principles of creating histograms. Dispersion of the number of histogram intervals.
9. Least squares method. Fitting the linear relationship to the measurement results - Verification of the correctness of the fit. Linearization of non-linear dependencies. / part 1
10. Least squares method. Fitting the linear relationship to the measurement results - Verification of the correctness of the fit. Linearization of non-linear dependencies. / part 2
11. Basics of statistical hypothesis testing. Testing the compliance of the average value with the given value. Testing the correspondence of two average values.
12. c^2 distribution. c^2 test of consistency of distributions. c^2 test of the quality of fit applied to the weighted average. c^2 test of the quality of matching the linear relationship to the measurement results. An alternative approach to hypothesis testing: p-values.

Lecture:

- **full-time studies: 30 h**

Number of ECTS credits: 2

Literatura:

1. A. Zięba. Analiza danych w naukach ścisłych i technice. PWN, Warszawa 2013.
2. H. Szydlowski. Niepewności w pomiarach—międzynarodowe standardy w praktyce. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2001
3. P. Bilski, M. Dobies, A. Kozak, M. Makrocka-Rydzik. Materiały do ćwiczeń ze wstępu do pracowni fizycznej. Normy ISO i matematyka w laboratorium. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2014
4. H. Abramowicz. Jak analizować wyniki pomiarów? PWN, Warszawa 1992.
5. R. Nowak, Statystyka dla fizyków, PWN, Warszawa 2002

Bibliography:

1. A. Zięba. Analiza danych w naukach ścisłych i technice. PWN, Warszawa 2013.
2. H. Szydłowski. Niepewności w pomiarach – międzynarodowe standardy w praktyce. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2001
3. P. Bilski, M. Dobies, A. Kozak, M. Makrocka-Rydzik. Materiały do ćwiczeń ze wstępu do pracowni fizycznej. Normy ISO i matematyka w laboratorium. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2014
4. H. Abramowicz. Jak analizować wyniki pomiarów? PWN, Warszawa 1992.
5. R. Nowak, Statystyka dla fizyków, PWN, Warszawa 2002

Efekty uczenia się:

Wiedza

Student zna i rozumie:

K1P_W07 teorię opisującą podstawy statystyczne metod analiz niepewności pomiarowych, wybrane zagadnienia dotyczące testowania hipotez

Umiejętności

Student potrafi:

K1P_U02 Wyznaczyć niepewności pomiarowe pomiarów bezpośrednich i pośrednich, dopasować zależności liniowe do zbioru wyników pomiarów metodą regresji liniowej i regresji liniowej ważonej oraz określić jakość dopasowania, przeprowadzić wybrane testy hipotez statystycznych

Kompetencje społeczne

Student jest gotów do:

K1P_K01 Samodzielnego uzupełniania wiedzy z zakresu analizy wyników pomiarów w oparciu o wskazaną literaturę i inne źródła

Learning outcomes:

Knowledge

Student knows and understands:

K1P_W07 theory describing the statistical basis of the methods of analysis of measurement uncertainties, selected issues related to testing hypotheses.

Skills

Student is able to:

K1P_U02 Determine the measurement uncertainties of direct and indirect measurements, adjust the linear relationships to the set of measurement results by means of linear regression and weighted linear regression and determine the quality of the fit, perform selected tests of statistical hypotheses.

Social competences

Student is ready for:

K1P_K01 Self-completion of knowledge in the field of analysis of measurement results based on the indicated literature and other sources.

Metody i kryteria oceniania:

Wykład

Zaliczenie pisemne w formie testu zawierającego pytania otwarte lub wielokrotnego wyboru. Kryterium zaliczenia: minimum 50% maksymalnej liczby punktów przyznawanych za odpowiedzi na pytania.

Assessment methods and assessment criteria:

Lecture

Written credit in the form of a test with open-ended or multiple-choice questions. Passing criteria: minimum 50% of the maximum number of points awarded for answering the questions.

Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:

Element of course groups in various terms:

Opis grupy przedmiotów Course group description	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
przedmioty obieralne studia stacjonarne stopień studiów – dowolny kierunek studiów – dowolny, polskojęzyczny semestr dowolny	2022/2023	

elective courses		
full-time		
degree - any		
field of study - any		
semester - any		