



Методологія наукових досліджень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	<i>Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>101 Екологія</i>
Освітня програма	<i>Екологія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна(вечірня)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 (120)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>2 години на тиждень (1 година лекційних та 1 година практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykkladachi/vizytky/Ploskonos-Victor-Grigorovych.html Практичні /Семінарські: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykkladachi/vizytky/Ploskonos-Victor-Grigorovych.html
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4395

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Реальною формою розвитку науки є наукові дослідження.

Це є вивчення явищ і процесів, аналіз впливу на них різних чинників, а також вивчення взаємодії між явищами за допомогою наукових методів з метою отримання доведених і корисних для науки і практики рішень з максимальним ефектом.

Наукове дослідження - цілеспрямоване пізнання, результатом якого виступають система понять, законів і теорій.

Мета наукового дослідження - визначення конкретного об'єкта і всебічне, достовірне вивчення його структури, характеристик, зв'язків на основі наукових принципів і методів пізнання, впровадження у виробництво корисних результатів.

Розрізняють дві форми наукових досліджень: фундаментальні та прикладні.

Фундаментальні дослідження - наукова теоретична та (або) експериментальна діяльність, спрямована на здобуття нових знань про закономірності розвитку та взаємозв'язку природи, суспільства, людини.

Прикладні дослідження – це дослідження, які здійснюються в галузевих науково-дослідних (проектно-конструкторських) установах і спрямовані на здобуття та використання знань для практичних цілей.

Науковий результат - нове знання, одержане в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень та зафіксоване на носіях наукової інформації.

Кожне наукове дослідження має об'єкт і предмет.

Якщо об'єктом наукового пізнання є матеріальний світ і форми його відображення в свідомості людей, то об'єктом наукового дослідження є певна частина дійсності - досить конкретний предмет чи явище, на яке спрямована наукова діяльність дослідника з метою пізнання його суті, закономірностей розвитку і можливостей використання в практичній діяльності.

Процес вибору об'єкта дослідження складний, оскільки значно впливає на цілеспрямованість і результативність наукового дослідження в цілому.

Предмет навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень» –фізичні величини та їх вимірювання, нормальний закон розподілу випадкових величин, розрахунок похибок під час непрямих вимірювань фізичних величин, довірчий інтервал похибок, розроблення планів експериментальних досліджень та математичних моделей з використанням критеріїв максимальної інформативності. Життєвий досвід показує, що жодне вимірювання, як би ретельно воно не проводилося, не може бути зовсім вільним від неточностей (похибок).

Оскільки в основі будь-якої наукової дисципліни, а також під час застосування результатів наукових досліджень лежать вимірювання, винятково важливо вміти розраховувати ці похибки та зводити їх до мінімуму.

У значній мірі вирішення поставлених задач буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи установи управління екологічною безпекою держави, наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні задачі моделювання ситуацій на найвищому науковому рівні.

Мета навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень»

Метою вивчення даної дисципліни є формування у аспірантів комплексу знань в області планування експерименту та статистичної обробки результатів експериментальних досліджень і вимірювань під час дослідження складного об'єкта з предметної галузі. Відповідно до мети підготовка докторів філософії за даною спеціальністю вимагає формування у аспірантів наступних компетентностей:

- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері екології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;

- здатність застосовувати сучасні інструменти, електронні інформаційні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності, зокрема для моделювання процесів та прийняття оптимальних рішень у сфері екології, охорони природи та раціонального природокористування;

- здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей.

1.2. Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з екології, охорони довкілля та оптимізації природокористування з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

- розробляти і викладати спеціальні навчальні дисципліни, дотичні до предметної області екології у закладах вищої освіти;

- застосовувати сучасні інструменти та технології пошуку оброблення й аналізу інформації з проблем екології та дотичних питань, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи;

- мати сучасні концептуальні знання та високий методологічний рівень у сфері екології та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни «**Методологія наукових досліджень**» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих аспірантами протягом бакалаврату та магістратури під час вивчення дисциплін інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «**Методологія наукових досліджень**» є основою, що має забезпечити розв'язання технічних проблеми в досліджуваних областях та спрямована на глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Фізичні величини та похибки під час їх вимірювання

Тема 1 Фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин

Вимірювані фізичні величини. Принципи та методи вимірювань фізичних величин. Основні поняття теорії ймовірностей та статистики.

Тема 2 Попереднє знайомство з теорією похибок

Помилки – як похибки. Неминучість похибок. Як важливо знати похибки. Оцінка похибки при відліку зі шкали. Оцінка похибок у випадку багаторазових прямих вимірювань.

Тема 3 Основні положення теорії похибок

Найкраща оцінка $\pm$ похибка. Значущі цифри при визначенні похибок. Відмінність між результатами вимірювань. Порівняння двох значень: вимірюного і теоретично відомого. Порівняння двох вимірюваних значень. Відносні похибки. Значущі цифри у відносних похибках. Множення двох вимірюваних значень.

Тема 4 Похибки в непрямих вимірюваннях

Похибки суми та різниці вимірюваних величин. Похибки при множенні та діленні вимірюваних величин. Похибки при множенні вимірюваної величини на точне число. Похибки при піднесенні вимірюваної величини до ступеня. Незалежні похибки при обчисленні суми вимірюваних величин. Узагальнюючі формули розрахунку суми, різниці, добутку і частки вимірюваних величин при незалежних похибках. Похибки при використанні задовільної функції однієї змінної. Метод розрахунку похибки "крок за кроком". Загальна формула для розрахунку похибок в непрямих вимірюваннях.

Розділ 2 Методи статистичного аналізу випадкових похибок

Тема 1 Статистичний аналіз багаторазових вимірювань з випадковими похибками

Випадкові та систематичні похибки. Середнє значення і стандартне відхилення. Стандартне відхилення – як похибка одиничного виміру. Стандартне відхилення середнього. Систематичні похибки для експериментальних досліджень в учбових лабораторіях.

Розділ 3. Обґрунтування закону розподілу випадкових величин

Тема 1 Нормальний розподіл статистичної величини

Гістограми і розподіл випадкових величин. Граничний розподіл випадкових величин. Нормальний розподіл випадкової величини.

Тема 2 Проблема відсіювання та об'єднання результатів вимірювань

Проблема відсіювання даних. Критерій Шовене. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань.

Розділ 4. Інформативність експерименту та математичні методи планування експериментальних досліджень

Тема 1 Інформативність експериментальних досліджень

Поняття інформативності досліджуваного об'єкта. Класичний підхід до дослідження невідомого об'єкта. Планування експериментальних досліджень за використання критеріїв інформативності.

Тема 2 Моделювання складних технологічних систем

Поняття моделювання складних технологічних систем в інженерній і науковій діяльності.

Тема 3 Принципи математичної самоорганізації складних технологічних систем

Принципи математичної самоорганізації складних технологічних систем. Метод групового врахування аргументів (МГУА). Методика обробки результатів експериментальних досліджень.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Корбутяк В.І. Методологія системного підходу та наукових досліджень: Навч. посібник / В.І. Корбутяк. – Рівне: НУВГП, 2010. – 176с.
2. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посібник . К.: Кондор, 2006. 206 с.
3. Клименюк О.В. Методологія та методи наукового дослідження: Навчальний посібник . К.: Міленіум, 2005. 186 с.
4. Шейко В., Кушнарєнко Н. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: Підручник. –К.: Знання –Прес, 2003. –295 с.
5. Конверський А.Є. Основи методології та організації наукових досліджень, К.: Центр учб. літер., 2010, 352 с.
6. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. –Киев: Техника, 2005. – 312 с.
7. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. Пер. с англ. – М.: Мир, 1995. – 272 с.

Додаткова література

8. Васильков Ю. В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании: учеб. Пособие / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 256 с.
9. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1998. – 356 с.
10. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. –Киев: Наукова думка, 2001. – 296 с.
11. Голуб В.А. Огляд концепцій формування і використання бібліотечних електронних ресурсів // НТІ. –2001. –№ 3. –С. 55 –58.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

8. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
9. Промислова екологія. Спільнота фахівців-екологів - <http://www.eco.com.ua/>
10. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) - <https://paeu.com.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Методологія наукових досліджень», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи аспірантів спільно з викладачем;
- виховання у аспірантів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у аспірантів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області методології наукових досліджень;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів досліджень;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин Попереднє знайомство з теорією похибок Лекція № 1. Вимірювані фізичні величини. Принципи та методи вимірювань фізичних величин. Помилки – як похибки. Неминучість похибок. Як важливо знати похибки. Оцінка похибки при відліку зі шкали. Оцінка похибок у випадку багаторазових прямих вимірювань. Література: [7] с.12-21; [1] с.6-14; [5]. Завдання на СРС. Системи фізичних величин та їх одиниць. Показники точності та форми подання результатів вимірювання. Загальні положення та класифікація похибок.	1
2	Тема 3 Основні положення теорії похибок Тема 4 Похибки в непрямих вимірюваннях Лекція № 2. Найкраща оцінка $\pm$ похибка. Значущі цифри при визначенні похибок. Відмінність між результатами вимірювань. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень. Відносні похибки. Значущі цифри у відносних похибках. Множення двох виміряних значень Література: [7] с. 49-64; [1] с.16-22. Завдання на СРС. Порівняння двох виміряних значень. Відносні похибки.	2

3	Розділ 2 Методи статистичного аналізу випадкових похибок Тема 1 Статистичний аналіз багаторазових вимірювань з випадковими похибками Лекція № 3. Випадкові та систематичні похибки. Середнє значення і стандартне відхилення. Стандартне відхилення – як похибка одичного виміру. Стандартне відхилення середнього. Систематичні похибки для експериментальних досліджень в учбових лабораторіях. Література: [7] с.87-101, [1] с.34-63, [2] с. 49-64. Завдання на СРС. Систематичні похибки для експериментальних досліджень в учбових лабораторіях.	2
4	Розділ 3. Обґрунтування та перевірка закону розподілу випадкових величин. Тема 1 Нормальний розподіл статистичної величини Лекція № 4. Гістограми і розподіл випадкових величин. Граничний розподіл випадкових величин. Нормальний розподіл випадкової величини. Література: [7] с.106-130, [3] с.54-72, [9] с. 88-101. Завдання на СРС. Закон розподілу ймовірностей при багаторазових вимірюваннях. Випадкові величини. Використання елементів теорії ймовірностей до результатів вимірювань. Повторення випробувань – біноміальний розподіл.	1
5	Тема 2 Проблема відсіювання та об'єднання результатів вимірювань Лекція № 5. Проблема відсіювання даних. Критерій Шовене. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань. Література: [7] с. 148-152; [5] с. 18-58. Завдання на СРС. Проблема відсіювання даних з використанням критерію Шовене на прикладах. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань на прикладах.	2
6	Розділ 4. Інформативність експерименту та математичні методи планування експериментальних досліджень Тема 1 Інформативність експериментальних досліджень Лекція 6. Поняття інформативності досліджуваного об'єкта. Класичний підхід до дослідження невідомого об'єкта. Планування експериментальних досліджень (класичне). Планування експериментальних досліджень за використання критеріїв інформативності. Література: [10] с. 13-36; [11]с. 33-47, [5]с.59-73. Завдання на СРС. Планування експериментальних досліджень за використання критеріїв інформативності.	1
7	Тема 2 Моделювання складних технологічних систем Лекція 7. Поняття моделювання складних технологічних систем в інженерній і науковій діяльності. Лекція 8. Попередні дослідження технологічної системи. Класифікація факторів, що впливають на технологічну систему. Властивості досліджуваних факторів. Методи оцінювання сили впливу факторів на вихідний параметр. Метод експертних оцінок (рангової кореляції). Література: [9] с. 38-45; [10], [11]с. 49-66. Завдання на СРС. Систематичні та випадкові помилки. Стандартне відхилення. Визначення випадкових помилок. Похибка експерименту. Перевірка на однорідність результатів вимірювання. Обробка результатів досліджень на ПК. Бази даних. Лінії тренда.	2
8	Тема 3 Принципи математичної самоорганізації складних технологічних систем Лекція 9. Принципи математичної самоорганізації складних технологічних систем. Метод групового врахування аргументів (МГВА). Критерії максимальної інформативності та шумостійкості експерименту. Методика обробки результатів експериментальних досліджень. Література: [11] с. 70-98; [16], [9]с. 51-73. Завдання на СРС. Метод самоорганізації складних технологічних систем. Особливості алгоритму групового урахування аргументів (МГВА). Переваги методу самоорганізації в порівнянні з класичних методом планування експерименту.	2
	Всього	13

Практичні заняття

У системі професійної підготовки аспірантів по даній дисципліні практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації доктора філософії. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню аспірантів як творчих працівників.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти аспірантам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів теорії похибок та моделювання складних систем;
- навчити аспірантів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<u>1</u>	<u>Практичне заняття 1.</u> Загальні поняття фізичних величин. Системи фізичних величин. Вияснення причин виникнення похибок. Основні положення теорії похибок. Вирішення задач з метою загальної оцінки похибок у випадку багаторазових вимірювань. Відносні похибки та значущі цифри. Література: [7] с.12-21; [1] с.6-14; [5]с. 16-23. Завдання на СРС. Вирішення задач з метою загальної оцінки похибок у випадку багаторазових вимірювань в лабораторних умовах.	1
2	<u>Практичне заняття 2.</u> Похибки при непрямих вимірюваннях. Визначення похибок при використанні результатів вимірювань в операціях суми, різниці, множення та ділення Література: [7] с. 49-64; [1] с.16-22. Завдання на СРС. Похибки при непрямих вимірюваннях в лабораторних умовах.	1
3	<u>Практичне заняття 3.</u> Статистичний аналіз випадкових похибок. Розрахунок середнього та стандартного відхилення. Література: [7] с.87-91, [1] с.34-43, [2] с. 49-54. Завдання на СРС. Розрахунок середнього та стандартного відхилення в лабораторних умовах.	2
4	<u>Практичне заняття 4.</u> Статистичний аналіз випадкових похибок. Розрахунок стандартного відхилення середнього. Систематичні похибки. Література: [7] с.92-101, [1] с.44-63, [2] с. 55-64. Завдання на СРС. Розрахунок стандартного відхилення середнього в лабораторних умовах.	2

5	<u>Практичне заняття 5.</u> Вирішення задач на відсіювання та об'єднання результатів вимірювання. Література: [7] с. 148-152; [5] с. 18-58. Завдання на СРС. Відсіювання та об'єднання результатів вимірювання в лабораторних умовах в лабораторних умовах.	2
6	<u>Практичне заняття 6.</u> Аналіз складної технологічної системи. Вибір факторів. Визначення рівнів варіювання для формування матриці експериментальних досліджень. Література: [9] с. 38-45; [10], [11]с. 49-66. Завдання на СРС. Визначення рівнів варіювання в лабораторних умовах.	2
7	<u>Практичне заняття 7.</u> Формування матриці з використанням критеріїв інформативності. Література: [11] с. 70-78; [16], [9]с. 51-63. Завдання на СРС. Формування матриці в лабораторних умовах.	1
8	<u>Практичне заняття 8.</u> Розроблення моделей методом самоорганізації складних технологічних систем. Література: [11] с. 79-98; [16], [9]с. 63-73. Завдання на СРС. Розроблення моделей за лабораторними результатами.	2
	Всього	13

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота займає 70 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи аспірантів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту аспірант повинен навчатися аналізувати сучасні методи оцінки точності отриманих результатів та розробляти математичні моделі.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Фізичні величини та похибки під час їх вимірювання		
1	Тема 1 Фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин. Системи фізичних величин та їх одиниць. Показники точності та форми подання результатів вимірювання. Література: [1] с. 50-54; [2] с. 14-35. Тема 2 Попереднє знайомство з теорією похибок. Загальні положення та класифікація похибок. Точкові характеристики похибок. Інтервальні характеристики похибок. . Література: [2] с. 69-82. Тема 3 Основні положення теорії похибок. Класифікація похибок вимірювань. Вплив систематичних похибок на результати вимірювань. Перевірка пропорційності за допомогою графіка. Література: [1] с.34-38; [4] с. 17-24, [5] с. 34-48,.	18

	Тема 4 Похибки в непрямих вимірюваннях. Загальні відомості про похибки в непрямих вимірюваннях. Розуміння похибок в непрямих вимірюваннях на прикладах. Принцип арифметичної середини. Література: [2] с. 51-70; [3] с.49-78, [9] с. 50-54.	
Розділ 2 Методи статистичного аналізу випадкових похибок		
2	Тема 1 Статистичний аналіз багаторазових вимірювань з випадковими похибками. Визначення гарантійного інтервалу результатів вимірювань. Підсумовування похибок вимірювань. Похибки прямих рівноточних вимірювань. Обробка і оцінка точності рівноточних вимірювань. Стандартне відхилення середнього на прикладах. Література: [2] с. 73-118; [3] с.98-101, [5] с.93-106.	18
Розділ 3. Обґрунтування та перевірка закону розподілу випадкових величин		
3	Тема 1 Нормальний розподіл статистичної величини. Закон розподілу ймовірностей при багаторазових вимірюваннях. Випадкові величини. Використання елементів теорії ймовірностей до результатів вимірювань. Повторення випробувань – біноміальний розподіл. Література: [7] с.106-130, [3] с.54-72, [9] с. 88-101. Тема 2 Проблема відсіювання та об'єднання результатів вимірювань. Проблема відсіювання даних з використанням критерію Шовене на прикладах. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань на прикладах. Література: [7] с. 148-152; [5] с. 18-58.	14
Розділ 4. Інформативність експерименту та математичні методи планування експериментальних досліджень		
4	Тема 1 Інформативність експериментальних досліджень. Планування експериментальних досліджень за використання критеріїв інформативності. Література: [11] с.46-60. Тема 2 Моделювання складних технологічних систем. Систематичні та випадкові помилки. Стандартне відхилення. Визначення випадкових помилок. Похибка експерименту. Перевірка на однорідність результатів вимірювання. Обробка результатів досліджень на ПК. Бази даних. Лінії тренда. Література: [5] с. 38-121, [10] с.78-91 . Тема 3 Принципи математичної самоорганізації складних технологічних систем. Метод самоорганізації складних технологічних систем. Особливості алгоритму групового урахування аргументів (МГУА). Переваги методу самоорганізації в порівнянні з класичних методом планування експерименту. Література: [10] с. 134-160; [5] с.77-90, [11] с. 94-119, [12] с.57-74.	14
5	Підготовка до екзамену	30
	Всього годин	94

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Аспіранти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
- <https://www.coursera.org/learn/research-methods>;
- <https://ru.coursera.org/learn/metodologiya-nauchnyh-issledovanij-kotiki>.

Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, аспіранти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань за використання друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здачі екзамену за іншого аспіранта; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Аспіранти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РР	Семестровий контроль
1	4	120	13	13	—	94	-	—	Екзмен

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях.

Семестровим контролем є екзамен.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал на 1-му та 2-му практичних заняттях складає по 4 бали; на практичних заняттях 3–7-му – по 6 балів, на практичному занятті -8-му – 7 балів.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях = $(2 \times 4) + (5 \times 6) + 7 = 45$ балів.

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті – 1 бал. Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може додаватися як заохочування 1 бал.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 45.

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 23 бали.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 16 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 16 = 8$ балів.

За результатами 13 тижнів «ідеальний студент» має набрати 32 бали. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 32 = 16$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали складає $R_E = 55$ балів (55% від R)

Умови допуску до екзамену: стартовий рейтинг не менше 23 балів ($r_c \geq 23$ бали, не менше 50% від R_c).

Критерії екзаменаційного оцінювання

Екзаменаційний білет містить одне теоретичне питання, яке має **ваговий бал – 30**, та одне практичне завдання, яке має **ваговий бал – 25**. Максимальна кількість балів $30 + 25 = 55$ балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 30-28 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 23-22 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18-16 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 23-22 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 19-17 балів;

– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 15-13 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за відповіді на питання екзаменаційного білету переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
$RD < 60$	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль теоретична частина

1. Обґрунтувати поняття та надати формулу для розрахунку відносної похибки.
2. Обґрунтувати поняття точності вимірювання через відносну похибку.
3. Обґрунтувати використання поняття відносної похибки у формулі розрахунку похибки здобутку результатів вимірювань.
4. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки суми та різниці двох незалежних виміряних величин.
5. Проаналізувати правила розрахунку похибки, які використовуються під час вимірювання незалежних виміряних величин.
6. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки суми та різниці величин, правило похибки добутку і ділення результатів вимірювань, а також правило добутку результату вимірювань на точне число.
7. Обґрунтувати використання правила розрахунку похибки при піднесенні виміряної величини до ступеня.
8. Проаналізувати та надати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань.
9. Обґрунтувати використання загальної формули для розрахунків похибок в непрямих вимірюваннях та методу «крок за кроком».
10. Обґрунтувати суть проблеми об'єднання результатів експерименту та визначитися із формулами розрахунку середнього зваженого.
11. Дати визначення, що таке відмінність між результатами вимірювань, дати оцінку значимості (незначимості) відмінності, базуючись на понятті найкращої оцінки та похибки.
12. Проаналізувати та надати формулу розрахунку стандартного відхилення середнього.
13. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки різниці результатів вимірювань.
14. Проаналізувати і надати формули для розрахунку значення критерія χ^2 .

15. Обґрунтувати суть проблеми об'єднання результатів експерименту та визначитися із формулами розрахунку середнього зваженого.
16. Проаналізувати і надати послідовність формул для розрахунку довірчого інтервалу.
17. Обґрунтувати схему використання критерію Шовене.
18. Обґрунтувати суть проблеми об'єднання результатів експерименту та визначитися із формулами розрахунку середнього зваженого.
19. Проаналізувати та надати формули статистичної обробки результатів вимірювань, а саме: розрахунку середнього значення і стандартного відхилення середнього.
 20. Проаналізувати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань.
 21. Обґрунтувати схему використання критерію Шовене.
 22. Проаналізувати та надати формули і визначити послідовність (алгоритм) використання формул для доказу, чи відповідає нормальному розподілу Гауса певна вибірка спостережень.
 23. Проаналізувати і надати формули для розрахунку значення критерія χ^2 .
 24. Проаналізувати та надати формули статистичної обробки результатів вимірювань, а саме: розрахунку середнього значення і стандартного відхилення середнього.

Задачі

1. Застосувати формулу розрахунку відносної похибки (у відсотках) для п'яти вимірювань:
 - виміряна висота = $5,03 \pm 0,04$ м;
 - вимірний час = $19,5 \pm 1$ с;
 - вимірний заряд = $(-3,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-19}$ Кл);
 - виміряна довжина хвилі = $(0,56 \pm 0,07) \cdot 10^{-6}$ м);
 - вимірний імпульс = $(3,27 \pm 0,04) \cdot 10^3$ г*см/с).
2. Використати поняття точності вимірювання через відносну похибку для випадку, а саме: припустимо, що потрібно виміряти довжину 2 см з точністю 1%. З допомогою дерев'яної лінійки можна провести відлік з точністю до 1мм, а з допомогою мікроскопа – до 0,1 мм.
Чи можливо це зробити з допомогою дерев'яної лінійки? З допомогою мікроскопа?
3. Використати формулу розрахунку похибки здобутку результатів вимірювань у випадку, коли вимірюються дві величини **a** і **b** (довжина та ширина паперової смужки для випробування на міцність). Отримуємо: **a**= $11,5 \pm 0,2$ см і **b**= $25,4 \pm 0,2$ см.
Потрібно розрахувати значення площі смужки **S=a*b**, абсолютне та відносне значення похибки в **S**, а також відносне значення похибок виміряних величин ?
4. Використати правило розрахунку похибки суми та різниці двох незалежних виміряних величин у випадку:
Лаборант змішує розчини хімічних реагентів із двох бутлів, попередньо вимірявши окремо маси цих наповнених і потім порожніх бутлів і одержавши в результаті:
 M_1 - маса першого бутля і його вмісту = 540 ± 10 г;
 m_1 = маса першого пустого бутля = 72 ± 1 г;
 M_2 = маса другого бутля і його вмісту = 940 ± 20 г;
 m_2 = маса другого пустого бутля = 97 ± 1 г.
 Необхідно визначити повну масу хімічних реагентів, розрахувати похибку повної маси та записати кінцевий результат.

5. Використати правила розрахунку похибки, які використовуються під час вимірювання незалежних виміряних величин у випадку:

Спеціаліст отримав наступні результати вимірювань:

$a=5\pm1$ см; $b=18\pm2$ см; $c=12\pm1$ см; $t=3,0\pm0,5$ с; $m=18\pm1$ г.

Використовуючи правила похибки суми (різниці) результатів вимірювань та добутку і ділення результатів вимірювань, розрахуйте похибки та відносні похибки (в %):

а) $a+b+c$; б) $a+b-c$; в) $c*t$; г) $4a$; д) $b/2$ (де цифри 4 і 2 не мають похибки), е) $m*b/t$.

6. Скористатися правилами розрахунку: похибки суми та різниці величин, похибки добутку і ділення результатів вимірювань, добутку результату вимірювань на точне число під час розрахунку наступних виразів:

а) $(5\pm1)+(8\pm2)-(10\pm4)$; б) $(5\pm1)*(8\pm2)$;

в) $(10\pm1)/(20\pm2)$; г) $2\pi*(10\pm1)$ (цифри π і 2 не мають похибки).

7. Використати правило розрахунку похибки при піднесенні виміряної величини до ступеня у випадку, коли експериментатор визначає прискорення вільного падіння g , вимірюючи час t падіння каменю з висоти h (h визначається відомою формулою $h=(\frac{1}{2})g*t^2$).

Після декількох вимірювань часу він знаходить:

$t=1,6\pm0,1$ с і вимірює висоту h як $h=14,1\pm0,1$ м.

8. Використати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадку: кут ϑ виміряли як 125 ± 2 град. Потім це значення використовується для розрахунку $\sin(\vartheta)$.

Необхідно розрахувати $\sin(\vartheta)$ та похибку.

9 Використати загальну формулу для розрахунків похибок в непрямих вимірюваннях та методу «крок за кроком» на прикладі розрахунку певної величини $s=a*b$:

$a=10,0\pm0,5$ Н; $b=15\pm1$ см.

10. Експериментатор вимірює густину рідини п'ять разів і отримує результати (в г/см³): 1,8; 2,0; 2,0; 1,9; 1,8.

Що можна сказати про найкращу оцінку і похибку, базуючись на його вимірах?

11. Необхідно точно виміряти площу (S) прямокутного зразка паперу, призначеного для випробування розміром 2,5 см*5,0 см.

В табл. наведені результати 10-ти вимірювань ширини (l) та довжини (b) зразка.

Вимір.велич.	Виміряні значення
L	24,25; 24,26; 24,22; 24,28; 24,24; 24,25; 24,22; 24,26; 24,23; 24,24.
B	50,36; 50,35; 50,41; 50,37; 50,36; 50,32; 50,39; 50,38; 50,36; 50,38.

Для того, щоб виміряти площу (S) прямокутного зразка паперу, необхідно, відповідно, розрахувати середнє значення обох величин, стандартне відхилення σ_x та стандартне відхилення середнього $\sigma_{\bar{x}}$ з використанням відповідних формул.

12. Розрахувати похибки різниці результатів вимірювань з метою порівняння двох виміряних величин та використати його для випадку:

В експерименті з перевірки закону збереження моменту імпульсу студент отримав для початкового і кінцевого моментів (L і L') значення, що надані в таблиці.

Потрібно додати до таблиці додаткові стовбці для різниці ($L - L'$) і похибки і перевірити, чи узгоджуються результати студента із законом збереження моменту імпульсу?

Початковий (L)	Кінцевий L'
3,0±0,3	2,7±0,6
7,4±0,5	8,0±1,0
14,3±1,0	16,5±1,0
25±2	24±2
32±2	31±2
37±2	41±2

13. Визначити (з заповненнями вільних граф в таблиці), чи відповідає нормальному розподілу Гауса вибірка спостережень за ростом 200 аборигенів на деякому острові, що наведені у таблиці:

Номер біна	Ріст в біні	Число спостережень O_k в біні	Очікуване число E_k	$P_k, \%$
1	менше $X-1,5\sigma$	14		
2	між $X-1,5\sigma$ і $X-\sigma$	29		
3	між $X-\sigma$ і $X-0,5\sigma$	30		
4	між $X-0,5\sigma$ і X	27		
5	між X і $X+0,5\sigma$	28		
6	між $X+0,5\sigma$ і $X+\sigma$	31		
7	між $X+\sigma$ і $X+1,5\sigma$	28		
8	більше $X+1,5\sigma$	13		

14. Розрахувати довірчий інтервал у випадку, коли експериментатор багатократно вимірює величину g , прискорення вільного падіння, і отримує результат $9,5 \text{ м/с}^2$ та стандартне відхилення, що дорівнює $0,1$.

Якщо вважати, що результати його вимірювань розподілені нормально з центром, рівним прийнятому значенню $9,8 \text{ м/с}^2$ та шириною $0,1$, то яка ймовірність отримання результату, який вирізняється від $9,8 \text{ м/с}^2$ так же (або більше), як результат експериментатора?

Приймаючи, що експериментатор фактично не зробив помилок, чи можна сказати, що, ймовірно, його експеримент підпав під вплив деяких невиявлених систематичних похибок?

15. Два вимірювання руйнівного зусилля P дають результати: 334 ± 1 і 336 ± 2 .

Чи можна вважати ці два результати несуперечливими?

Якщо так, то потрібно розрахувати найкращу оцінку показника P і його похибку.

16. Визначитися, чи потрібно відкидати сумнівний результат вимірювання у випадку:

Спеціаліст проводить вимірювання товщини картону H десять разів і отримує результати (у мм):

0,86; 0,83; 0,87; 0,84; 0,82; **0,95**; 0,83; 0,85; 0,89; 0,88.

а) Потрібно розрахувати середнє значення $\bar{H}$ і стандартне відхилення σ_H цих результатів.

б) Якщо спеціаліст вирішить використати критерій Шовене, то чи повинен він відкинути результат **0,95** мм? Потрібно аргументувати поступок.

17. Використати формули розрахунку середнього значення і стандартного відхилення середнього для випадку:

Спеціаліст проводить вимірювання величини x п'ять раз і отримує результати: 5, 7, 9, 7, 8.

Необхідно розрахувати $\bar{x}$ та стандартне відхилення σ_x . Порівняти два варіанти (з N і $N-1$) під час розрахунку σ_x .

18. Використати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань: кут ϑ виміряли як $\theta = 20 \pm 3$ град. Потім це значення використовується для розрахунку $\text{Cos } \theta$.

Необхідно розрахувати $\text{Cos } \theta$ та похибку.

19. Визначитися, чи потрібно відкидати сумнівний результат вимірювання у випадку:

Спеціаліст проводить 14 вимірювань періоду коливань генератора і отримує результати (в долях секунди): 7, 3, 9, 3, 6, 9, 8, 7, 8, **12**, 5, 9, 9, 3

Відчуваючи, що результат (**12**) завеликий, спеціаліст вирішує використати критерій Шовене. Чи відкине він цей результат? Скільки результатів, таким же чином відмінних від середнього, як **12**, йому слід очікувати?

20. Використати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань: кут ϑ виміряли як $\theta = 20 \pm 3$ град. Потім це значення використовується для розрахунку $\cos \theta$.

Необхідно розрахувати $\cos \theta$ та похибку.

21. Визначити значення критерію χ^2 для вибірки із 40 вимірювань $x_1, x_2, \dots, x_{40}$ довжини траєкторії x кулі, що вилітає із деякої рушниці (результати наведені в таблиці).

731	772	771	681	722	688	653	757	733	742
739	780	709	679	760	748	672	687	766	645
678	748	689	810	805	778	764	753	709	675
698	770	754	830	725	710	738	638	787	712

22. Виконати розрахунок середнього значення та стандартного відхилення результатів десяти вимірювань одного із показників, що характеризує якість паперу (наприклад, гладкість паперу): **86, 85, 84, 89, 86, 88, 88, 85, 83, 85**.

23. Розрахувати довірчий інтервал у випадку, коли експериментатор хоче перевірити закон збереження енергії для певної ядерної реакції. З цією метою він проводить експеримент і отримує результати початкової та кінцевої енергії, відповідно, $E_{\pi} = 75 \pm 3$ MeV і $E_{\kappa} = 60 \pm 9$ MeV, де в якості похибок наведені стандартні відхилення результатів.

Чи є ця різниця значимою (на 5%-му рівні)? Необхідно аргументовано дати відповідь на запитання.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., Плосконос В.Г.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 08.06.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 24.06.2022 р.)