



Організація і планування наукового експерименту

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	144 Теплоенергетика
Освітня програма	ОНП Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1-ий курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	2,5 кредитів; 75 годин
Семестровий контроль	Залік
Розклад занять	Лекційні заняття – один раз на тиждень; практичні заняття – один раз на два тижні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Безродний Михайло Костянтинович, тел. 0504185108 Практичні заняття: д.т.н., проф. Безродний Михайло Костянтинович, тел. 0504185108
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Організація і планування наукового експерименту» складено відповідно до освітньо-наукової програми підготовки спеціалістів за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», ОНП «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження».

«Організація і планування наукового експерименту» є дисципліною професійної підготовки і належить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки для спеціальності 144 «Теплоенергетика», спеціалізація «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження».

Обсяг навчальної дисципліни 2,5 кредитів ЄКТС.

Предметом навчальної дисципліни «Організація і планування наукового експерименту» є сукупність властивостей узагальненого об'єкта навчання (наукових досліджень), що визначають здатність виконувати дію та постійний розумовий контроль без допомоги матеріальних носіїв інформації.

При викладанні дисципліни будуть вивчатися:

методологія наукових досліджень, вибір теми, формулювання задач наукових досліджень, фізичне та математичне моделювання, методи експериментальних досліджень, планування експериментів, похибки вимірювань, аналітичне представлення досліджуваної експериментальної залежності, аналіз та оформлення результатів наукових досліджень.

Метою навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які студент набуде після вивчення дисципліни:

- | | |
|-------|---|
| ЗК 2 | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. |
| ЗК 3 | Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми. |
| ФК 14 | Здатність здійснювати наукові та прикладні дослідження в теплоенергетиці. |
| ФК 16 | Здатність аналізувати і розробляти заходи з підвищення ефективності систем і їх компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання (математичних, фізичних, комп'ютерних) в теплоенергетичній галузі. |
| ФК 17 | Здатність розробляти, застосовувати та удосконалювати математичні, фізичні і комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання інженерних задач в теплоенергетичній галузі. |
| ФК 18 | Здатність застосовувати системний підхід, знання сучасних технологій та методів при дослідженні, проєктуванні, модернізації та експлуатації теплоенергетичного обладнання. |

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- | | |
|--------|--|
| ПРН 5 | Вміти провадити дослідницьку та/або інноваційну діяльність в сфері теплоенергетики. |
| ПРН 11 | Відшуковувати необхідну інформацію в технічній та науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію. |
| ПРН 12 | Розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність. |
| ПРН 19 | Планувати і виконувати наукові дослідження, використовуючи сучасні методи та інструменти, аналізувати, обробляти, оціню- |

вати та презентувати результати досліджень, аргументувати висновки.

ПРН 23 Використовуючи сучасні комп'ютерні методи і спеціалізовані пакети програм та засобів, досліджувати та проектувати оптимальні конструкції і експлуатаційні режими роботи теплоенергетичного і теплотехнологічного обладнання.

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

Для вивчення дисципліни «Організація і планування наукового експерименту» необхідні знання в області базових дисциплін (технічної термодинаміки, тепло- масообміну, гідрогазодинаміки та дисциплін професійної та практичної підготовки («Теплотехнічні вимірювання», «Основи метрології та електричних вимірювань»). В свою чергу, знання в області організації і планування наукового експерименту використовуються далі при вивченні дисциплін «Високотемпературні теплотехнологічні процеси та установки, «Математичне моделювання та оптимізація теплоенергетичних процесів і систем» на рівні підготовки магістра, а також при виконанні курсових і дипломних проектів і робіт з елементами наукових досліджень.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Розділ 1. Вступ.

Визначення та загальна характеристика науки.

2. Розділ 2. Методологія наукових досліджень.

Методи теоретичних досліджень. Етапи наукових досліджень та їх характеристика. Фізичне та математичне моделювання.

3. Розділ 3. Методи експериментальних досліджень.

Загальна характеристика та етапи експериментальних досліджень. Планування експериментів. Похибки вимірювань.

4. Розділ 4. Обробка та представлення результатів експериментальних досліджень.

Обробка результатів експериментів. Аналіз та представлення результатів експериментальних досліджень. Аналітичне представлення досліджуваної експериментальної залежності. Вибір типу експериментальної формули. Метод вирівнювання. Методи визначення параметрів емпіричної формули: метод вибраних точок, метод середніх, метод найменших квадратів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базовими матеріалами для вивчення дисципліни є підручник і навчальні посібники:

1. Дикий Н.А., Халатов А.А. Основы научных исследований.-Киев: Вища школа, 1983.
2. Методичні вказівки до лабораторної роботи №1 “Вибір, градування та використання термопар для наукових досліджень” з курсу “Основи наукових досліджень” для студентів спеціальності “Тепло-енергетика”/Укл.: М.К.Безродний, С.О.Хавін, І.І.Пуховий.-К.: НТУУ “КПІ”, 1999.
3. Методичні вказівки до лабораторної роботи №2 “Обробка методом найменших квадратів та узагальнення дослідних даних по тепловіддачі при вільному русі повітря з використанням ПЕОМ” з курсу “Основи наукових досліджень”/Укл.: М.К.Безродний, С.О.Хавін, І.І.Пуховий.-К.: НТУУ “КПІ”, 1999.
4. Методичні вказівки до лабораторної роботи №3 “Визначення відносної похибки при розрахунку коефіцієнта тепловіддачі при вільному русі повітря” з курсу “Основи наукових досліджень”/Укл.: М.К.Безродний, С.О.Хавін.-К.: НТУУ “КПІ”, 1999.

Допоміжні джерела:

5. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований.- Харьков: Вища школа, 1983.
6. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. - М.: Мир, 1972.
7. Кутателадзе С.С. Моделирование теплоэнергетического оборудования.-
8. Комаров М.С. Основы научных исследований.- Киев: Вища школа, 1982.
9. Мальцев П.М., Емельянов Н.А. Основы научных исследований.- Киев: Вища школа, 1982.
10. Рабинович С.Г. Погрешности измерений. - Л.: Энергия, 1978.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опанування навчальної дисципліни базується на попередньому опрацюванню матеріалу кожної лекції з подальшим опитуванням і детальним розглядом окремих питань під час проведення лекції або зустрічі при дистанційному режимі навчання. Крім того, в рамках проведення практичних і

лабораторних занять, студентам видаються індивідуальні завдання для попереднього їх вирішення і обговорення в рамках часу, передбаченого розкладом лабораторних занять.

6. Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота студента передбачена при домашньому опрацюванні матеріалу лекцій, а також при самостійному вирішенні індивідуальних завдань, що видаються в рамках програми практичних і лабораторних занять.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог до студентів:

- обов'язкова присутність на лекціях і практичних заняттях за розкладом;
- попереднє опрацювання матеріалу лекцій;
- самостійне вирішення індивідуальних завдань;
- доопрацювання завдань з урахуванням результатів перевірки і зроблених зауважень;
- відключення телефонів на контактних заняттях.

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

Види контролю знань студентів з дисципліни:

- відповіді на лекційних заняттях;
- відповіді на практичних заняттях;
- виконання завдань СРС;
- виконання МКР (дві частини);
- відповіді на заліку.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

Рейтинг студента (RD) з дисципліни враховує результати роботи студента протягом семестру, а також рівень знань, які студент виявив при складанні заліку. Рейтинг RD разом з заліком формується як сума балів, нарахованих студенту за роботу в семестрі (поточна успішність) і балів, набраних при отриманні заліку.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1.Робота на лабораторних заняттях

Ваговий бал одного лабораторного заняття – 2. Кількість занять – 8. Із розрахунку, що середня кількість студентів в групі 10 чол., а на кожному занятті в середньому оцінюються 4 студента, кількість відповідей кожного студента за семестр складає: $8 \cdot 4 / 10 = 3$ відп.

Критерії оцінювання:

0 балів – відсутність на лабораторному занятті, незадовільна відповідь при опитуванні, невиконання домашнього завдання.

1 бал – задовільна відповідь при опитуванні, наявність протоколу лабораторної роботи.

2 бали – добра відповідь при опитуванні, наявність зазначеного протоколу.

Максимальна кількість балів на всіх практично-лабораторних заняттях дорівнює: 2 бали $\times$ 3 відп. + 2 бали $\times$ 8 занять = 22 бали.

2. Домашні завдання

Домашні завдання передбачають підготовку протоколу для виконання лабораторних робіт, домашні розрахунки та оформлення звіту з 3-х робіт (I, II, III) вагові бали яких відповідно дорівнюють: 10, 18 та 10 балів. Загальний ваговий бал лабораторно-розрахункових робіт: $10 + 18 + 10 = 38$ балів.

Критерії оцінювання якості лабораторно-розрахункових робіт:

Критерії оцінювання	Бали		
	I	II	III
Невиконання роботи; результати розрахунків помилкові; оформлення роботи не відповідає вимогам нормативних документів, що унеможливує допуск до захисту роботи	0	0	0
Помилки в розрахунках відсутні, робота оформлена відповідно до вимог, студент задовільно відповідає на запитання при захисті роботи	7	12	7
Помилки в розрахунках відсутні, робота гарно оформлена відповідно до вимог, студент добре відповідає на запитання при захисті роботи	9	16	9
Помилки в розрахунках відсутні, робота ретельно оформлена відповідно до вимог, студент дуже добре відповідає на запитання при захисті роботи	10	18	10

За виконання і захист лабораторно-розрахункових робіт студент зобов'язаний набрати не менше 26 балів.

Штрафні та заохочувальні бали r_s за:

- недопуск до лабораторних робіт у зв'язку з незадовільним вхідним контролем – 1 бал;

- відсутність на лабораторному занятті без поважних причин – 2 бали;
- виконання завдань з удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни – 5 балів;
- участь в науковій конференції – 5 балів.

3. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 22 + 38 = 60 \text{ балів.}$$

Максимальна стартова рейтингова оцінка складає:

$$R = R_c + R_s = 60 + 10 = 70 \text{ балів.}$$

4. Умови допуску до заліку

Необхідною умовою допуску студента до заліку є: відпрацювання лекційного матеріалу, виконання та позитивний захист лабораторно-розрахункових робіт, а також рейтингова оцінка студента R_d має бути не меншою 40% від максимального рейтингу, тобто $R_d \geq 0,4 \cdot 100 = 40$ балів.

Студенти, які набрали кількість балів не менше 60% від максимального рейтингу, мають можливість отримати залік «автоматом». Для цього рейтингова оцінка має бути:

$$R \geq 0,6 \cdot 100 = 60 \text{ балів.}$$

5. Відповіді на заліку

Залік проводиться в усній формі. Опитування складається з трьох і більше теоретичних питань. Перелік питань наведений у додатку до силабусу з дисципліни. Окремі теоретичні питання оцінюються по 10 балів, максимальна кількість балів за відповіді - 30 балів.

Критерії оцінювання:

Кожне питання при опитуванні оцінюється згідно до системи оцінювання:

правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9...10 балів;

достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7...8 балів;

неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 5...балів;

незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 50% потрібної інформації та помилки) – менше 5 балів.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_D)

Залікова складова R_3 шкали дорівнює: $R_3 = 30$ балів.

Таким чином, максимальна кількість балів за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_s + R_3 = 60 + 10 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Переведення стартових балів у підсумкові здійснюється за формулою

$$R = 60 + \frac{40 \cdot (R_i - R_d)}{(R_c - R_d)},$$

де R – оцінка за 100-бальною шкалою;

R_i – сума балів, набраних студентом продовж семестру;

R_c – максимальна сума вагових балів контрольних заходів продовж семестру;

R_d – бал допуску до заліку.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Шість етапів прикладних наукових досліджень.
2. Вимоги до теми наукових досліджень.
3. Що таке актуальність теми дослідження?
4. Що таке наукова новизна теми дослідження?
5. Критерії вибору тем досліджень.
6. Носії науково-технічної інформації.
7. Як здійснюється пошук науково-технічної інформації?
8. Загальні методи дослідження.
9. Часткові методи дослідження.
10. Що таке фізична модель процесу або явища?
11. Що таке математична модель?
12. Види експериментів.

13. Що таке методологія експерименту?
14. Основні етапи експериментального дослідження.
15. Умови моделювання теплових пристроїв.
16. Що таке планування експериментів?
17. Критерії вибору інтервалів між експериментальними точками.
18. Основні типи планів експериментів.
19. Доводи на користь рандомізованого плану.
20. Джерела похибок експерименту і їх класифікація.
21. Чотири групи систематичних похибок.
22. Правила підвищення точності вимірювань.
23. Що таке випадкові похибки?
24. Нормальний закон розподілу випадкових похибок.
25. Характеристики величини випадкової похибки.
26. В чому полягає оцінка істинного значення вимірюваної величини?
27. В чому полягає сенс питання визначення похибки експерименту в цілому?
28. Як проводиться вибір типу емпіричної формули?
29. Що таке метод вирівнювання?
30. Методи визначення параметрів емпіричної формули.
31. В чому полягає сенс методу найменших квадратів визначення параметрів емпіричної формули?

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор кафедри, д.т.н., проф. Безродний Михайло Костянтинович

Ухвалено кафедрою ТПТ (протокол № 16 від 23.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ТЕФ (протокол № від 24.06.2021р.)