

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико - технічних та комп'ютерних наук
Кафедра термоелектрики та медичної фізики



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Техніка фізичного експерименту

(вибіркова)

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика та наноматеріали

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Мова навчання Українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Техніка фізичного експерименту» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 6 від «26» травня 2022 року).

Розробники:

Гаврилюк Микола Васильович, асистент.

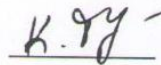
Викладач:

Гаврилюк Микола Васильович, асистент.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри термoeлектрики та медичної фізики ННІФТКН ЧНУ імені Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

В.о. завідувача кафедри



Кобилянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН



Козарський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни: формування у студентів знань, умінь та навичок з використання наявного і перспективного обладнання для створення штучних середовищ із заданими фізичними, механічними, хімічними властивостями, а також технологічних прийомів обробки матеріалів для їх наступного використання у виробництві; формування навиків проведення теоретичних і експериментальних досліджень фізичних процесів та матеріалів.

Пререквізити. Для ефективного засвоєння даної дисципліни будуть корисні знання, отримані студентом з матеріалів курсів, передбачених ОПП «Прикладна фізика та наноматеріали» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, зокрема «Механіка, Молекулярна фізика, Електрика і магнетизм, Оптика, Основи електротехніки та радіоелектроніки, Основи конструювання, Фундаментальні засади прикладної фізики.

Завдання вивчення навчальної дисципліни: є вивчення

- принципів дії приладів, пристроїв, обладнання і характеристик матеріалів, що використовуються в експериментальній фізиці;
- властивостей лабораторних матеріалів, які часто використовуються для експериментальних досліджень;
- методів і прийомів виконання технологічних операцій;
- особливостей роботи з апаратурою для створення штучних середовищ;
- сучасного обладнання і комп'ютерних методів постановки експерименту та обробки його результатів;
- способів подання результатів експериментальних досліджень.

Результати навчання

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Техніка фізичного експерименту» сприяє формуванню у здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК9. Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності (ФК)

ФК1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

ФК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

ФК4. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок.

ФК5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

Знати та розуміти: основні принципи роботи пристроїв та апаратури для експериментальних досліджень; комп'ютерні технології в техніці фізичного експерименту,

освоєння технологічних прийомів по створенню та використанню фізичного і технічного обладнання						
Тема 6. Особливості вимірювання електричних величин при експериментальних дослідженнях в термоелектриці.	14	2				12
Тема 7. Експериментальні вимірювання температур та теплових потоків фізичних об'єктів. Експериментальні дослідження властивостей термоелектричних матеріалів та приладів на їх основі Експериментальні дослідження параметрів ТЕМО*, ТЕГМ* та сенсорів теплового випромінювання.	20	8				12
Тема 8. Методи регулювання режимів роботи механічних та електричних пристроїв	14	2				12
Тема 9. Експериментальні дослідження надійності фізичних об'єктів.	14	2				12
Тема 10. Комп'ютерні технології в техніці фізичного експерименту	14	2				12
Разом за ЗМ 2	76	16				60
Змістовий модуль 3. Лабораторний практикум						
Тема 1. Вступний інструктаж по техніці безпеки в лабораторії. Вивчення принципу роботи цифрового мультиметра				5		
Тема 2. Датчики температури. Тепломіри. Вимірювання температури і теплових потоків				5		
Тема 3. Вивчення роботи вакуумного поста ВУП-5М				5		
Тема 4. Вимірювання температурних залежностей параметрів термоелектричного матеріалу				5		
Тема 5. Вимірювання параметрів термоелектричних модулів охолодження				5		
Тема 6. Вимірювання параметрів генераторних модулів				5		
Разом за ЗМ 3				30		
Усього годин	180	30		30		120

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	Загальні поняття метрології і фізичного експерименту. <i>Основні терміни, поняття і визначення в теоретичній метрології. Відмінні та обмежувальні признаки вимірювального експерименту. Питання теоретичної метрології. Основні етапи фізичного експерименту.</i>
2.	Структурні елементи фізичного експерименту. <i>Об'єкт досліджень і його модель. Об'єкт вимірювань. Ціль вимірювання. Засоби вимірювання, їх види. Результат і якість фізичного експерименту.</i>
3.	Технічне обладнання для забезпечення проведення фізичних експериментів. <i>Джерело електроживлення, принципи роботи та характеристики. Системи автоматичного регулювання. Термостат. Кліматична випробувальна камера тепло-холод.осушувач повітря. Чисті приміщення.</i>
4.	Технічне обладнання для забезпечення проведення фізичних експериментів. <i>Нагрів об'єктів та обладнання для нагріву. Охолодження об'єктів та холодильне обладнання. Кріогенні установки.</i>
5.	Фізичні основи створення і вимірювання вакууму <i>Поняття вакууму. Вакуумні насоси. Фізичні основи вимірювання вакууму. Вакуумні датчики.</i>

	<i>Опис іонізаційно-термопарного вакуумметра ВІТ-2</i>
6.	Будова і правила експлуатації вакуумного поста ВУП-5
7.	Технологічні прийоми створення об'єктів експериментальних досліджень, оснасток та макетів допоміжних пристроїв, що використовуються при випробуваннях та фізичних експериментах <i>Обробка металів, металообробні верстати. Пайка і зварювання, Обробка поверхонь. Обробка кераміки і скла. Клеї та розчинники. Хімічна обробка матеріалів та гальванотехніка.</i>
8.	Особливості вимірювання електричних величин при експериментальних дослідженнях в термоелектриці <i>Вимірювання постійних струму та напруги. Вимірювання змінних струму та напруги. Вимірювання потужності, енергії та показників якості електроенергії. Вимірювання частоти змінного струму. Вимірювання електричного опору. Термоелектричні перетворювачі для вимірювання змінного струму.</i>
9.	Особливості електричних вимірювання неелектричних величин. <i>Основні різновиди перетворювачів неелектричних величин. П'єзоелектричні перетворювач. П'єзорезонансні перетворювачі. Теплові перетворювачі. Терморезистивні перетворювачі температури. Резистивні перетворювачі механічних величин. Ємнісні перетворювачі</i>
10.	Експериментальні вимірювання температур фізичних об'єктів. Енергетичні експерименти <i>Поняття температури. Температурні шкали. Давачі та перетворювачі температури та фізичні основи їх роботи. Прилади для вимірювання температури.</i>
11.	Експериментальні дослідження теплових потоків. Обладнання для дослідження теплових потоків <i>Поняття теплового потоку. Поняття тепломіра. Види тепломірів та особливості їх застосування. Параметри тепломірів та методи їх калібровки. Мікрокалориметрія. Основні параметри мікрокалориметрів . Експериментальні дослідження на мкркалориметрах.</i>
12.	Дослідження параметрів термоелектричних матеріалів та модулів <i>Методи вимірювання коефіцієнту термоЕРС, Методи вимірювання електропровідності. Методи вимірювання теплопровідності. Установка для вимірювання параметрів термоелектричного матеріалу у вигляді стержнів. Установка для вимірювання параметрів термоелектричного матеріалу для високих температур.</i>
13.	Технологія виготовлення термоелектричних модулів <i>Конструкція термоелектричного модуля. Основні параметри термоелектричного модуля охолодження. Основні параметри термоелектричного генераторного модуля. Технологія виготовлення віток термоелектричних модулів. Теплопереходи та комутація віток термоелемента. Зборка напівмодуля. Виготовлення комутаційних пластин. Лудіння напівмодуля. Зборка модуля та під'єднання електричних виводів. Шліфовка модулів. Очистка модуля. Інші технології виготовлення термоелектричних модулів.</i>
14.	Експериментальні методи дослідження властивостей термоелектричних модулів. <i>Обладнання для вимірювання параметрів термоелектричних модулів охолодження. Обладнання для вимірювання параметрів термоелектричних генераторних модулів.</i>
15.	Експериментальні дослідження надійності фізичних об'єктів. <i>Ресурсні та циклічні випробування. Випробування на механічну міцність – стиск, розрив, рунівний зсув, вібраційну і ударну стійкість. Поняття МБТФ. Приклади випробувального обладнання ІТЕ.</i>
16.	Комп'ютерні технології в техніці фізичного експерименту <i>Комп'ютерний експеримент. Комп'ютерне моделювання. Моделювання фізичного процесу.</i>

Тематика лабораторних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1	Вступний інструктаж по техніці безпеки в лабораторії.
2	Вимірювання електричних та неелектричних величин мультиметрами
3	Вимірювання параметрів термоелектричних матеріалів
4	Дослідження властивостей термоелектричних елементів і приладів
5	Дослідження надійності технічних пристроїв і елементів, зокрема термоелектричних
6	Освоєння технологічних методів виготовлення деталей для експериментального обладнання.
7	Освоєння технологічних прийомів при вирощуванні термоелектричних напівпровідникових матеріалів
8	Дослідження температурних залежностей термоелектричних параметрів матеріалів і приладів
9	Дослідження граничних можливостей параметрів термоелектричних приладів
10	Комп'ютерні моделювання конструктивних елементів експериментального обладнання
11	Комп'ютерна обробка отриманих результатів експериментальних робіт
12	Побудова інформаційно-вимірювальних установок зі стандартного обладнання
13	Сонячна енергетика. Побудова сонячної мініелектростанції
14	Термоелектрична енергетика. Термоелектричний генератор на твердому паливі

Контроль виконання завдань, винесених на підготовку та виконання лабораторних занять, виконання необхідних розрахунків проводиться в рамках модульного контролю, переглядом звітів з виконання лабораторних робіт та самим захистом студентами лабораторних робіт. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за діяльність – захист лабораторних робіт. Цикл лабораторних робіт складається з 14 повноцінних лабораторних робіт, студент може вибрати на початку семестру 5 з цих робіт за бажанням. Кожна лабораторна робота оцінюється в 4 бали: 2 бали за виконання роботи і 2 бали за захист. У сумі 20 балів за третій контрольний модуль.

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Завдання для самостійної роботи (види роботи)
1	Характеристики та структури вимірювальних приладів
2	Методи і апаратура для очистки напівпровідникових матеріалів
3	Методи і апаратура для очистки технологічного середовища
4	Методи контролю чистоти напівпровідникових матеріалів
5	Вплив методів механічної обробки напівпровідникових пластин на параметри термоелектричних елементів
6	Хімічне травлення і полірування напівпровідникових матеріалів
7	Термічне вакуумне розпилення металевих плівок. Оцінка їх рівномірності та адгезії
8	Методи вирощування напівпровідникових матеріалів
9	Низькотемпературні вимірювання параметрів матеріалу. Будова і принцип роботи азотного і гелієвих кріостатів
10	Герметизація термоелектричних приладів. Створення переходів скло-метал та коварових електровиводів
11	Технологія виготовлення каскадованих охолоджувачів
12	Рідинні та повітряні теплообмінники
13	Спеціальні методи вимірювання температури
14	Техніка для автоматизації керування фізичними експериментами

Контроль виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання проводиться в рамках модульного контролю. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Методи навчання

Методи навчання:

- *лекції*: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії;
- *практичні заняття*: репродуктивний метод, дослідницький метод;
- *лабораторні заняття*: метод проблемного підходу, дослідницький метод.
- *Самостійна робота* студентів передбачає: конспектування лекційного матеріалу; вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять та опрацювання літературних джерел, рекомендованих цією програмою; проведення розрахунків та підготовку звітів з лабораторних робіт.

Інтерактивні методи навчання: застосуванням електронних мультимедійних комплексів навчальних дисциплін та ресурсів, а також платформи для дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.chnu.edu.ua>).

Форми навчальних занять: лекції, лабораторні заняття, консультації.

Система контролю та оцінювання

Методи контролю

У процесі оцінювання навчальних досягнень застосовуємо методи усного і письмового контролю, зокрема такі **засоби оцінювання** та демонстрування результатів навчання:

- *засоби усного контролю*: індивідуальне опитування, фронтальне опитування, презентації результатів виконаних завдань;
- *засоби письмового контролю*: контрольні роботи, тестування, самостійні роботи, виконання та захист лабораторних робіт;
- *засоби самоконтролю*: уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

У разі проведення навчального процесу та оцінювання у дистанційній формі використовуються засоби Moodle (у тому числі тестування; <https://moodle.chnu.edu.ua>).

Система оцінювання знань є накопичувальною (складається із суми балів за різними видами здійсненого контролю).

Форми контролю

Основними формами поточного контролю є:

- усні відповіді студентів;
- виконання тестових завдань з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу за навчальними темами;
- усна відповідь студента при здачі лабораторної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи (тестування та розв'язання навчально-професійних задач).

Зазначені форми контролю на лекційних та лабораторних заняттях є обов'язковими для всіх студентів.

Форма підсумкового контролю – екзамен.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю

Критеріями оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю є:

- Знання теоретичного матеріалу
- Практичні навички

- Самостійність і критичне мислення
- Якість виконання завдань
- Активність на заняттях
- Дотримання термінів виконання завдань
- Академічна доброчесність

Розподіл балів, які отримують студенти за модулі

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)		Лабораторний Практикум Змістовий модуль № 3	Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль №2			
T1,T2, T3,T4,T5	T6,T7,T8,T9,T10	T1,T2,T3,T4,T5		
20	20	20	40	100

T1,T2, T3,T4,T5,T6,T7,.....T10 – теми змістових модулів.

Критерії підсумкового оцінювання результатів навчання студентів з навчальної дисципліни

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення студентом певних знань передбаченим результатом навчання, коли студент опанував теоретичними та практичними знаннями навчальної дисципліни.

На екзамен виносяться питання теоретичних знань і практичних навиків студентів з навчальної дисципліни. Екзаменаційні білети містять два теоретичних питання і одну практичну задачу.

Теоретичні питання (пункт 1 і 2 білетів) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 15 за наступними критеріями:

- ◆ **13-15 балів:** коли студентом дані правильні вичерпні відповіді на всі поставлені запитання, уміло застосовані теоретичні знання, висвітлені питання не за завченою схемою, а своїми словами, з глибоким розумінням всіх основних процесів і явищ електромагнетизму у природі і вимірювальних пристроях.
- ◆ **9-12 балів:** коли студентом дані правильні відповіді на всі поставлені запитання, але відповіді не зовсім повні, в окремих випадках допущені незначні неточності у формулюванні закономірностей чи у записах аналітичних виразів, окремі моменти не дістали належного з'ясування.
- ◆ **6-8 балів:** коли відповідь студента правильна і становить більше половини матеріалу, що містять питання згідно програми, але присутні істотні помилки у поясненні основних явищ електромагнетизму.
- ◆ **0-5 балів:** коли не дано правильні відповіді на поставлені запитання, або відповіді надто поверхові, непослідовні і неточні, виявляють незнання студентом програмного матеріалу, містять грубі помилки, що свідчить про нерозуміння основних понять та явищ електромагнетизму.

Практичне завдання (пункт 3 білетів, тобто задача) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 10 за наступними критеріями:

- ◆ **10 балів** – Розв'язок повністю правильний, обґрунтований, оформлений логічно й структуровано. Виконані всі необхідні пояснення, формули застосовані коректно, числовий результат точний.
- ◆ **8–9 балів** – Загалом правильне розв'язання, але є незначні неточності (наприклад, арифметичні помилки або не дуже чітке обґрунтування деяких кроків). Вплив цих помилок на кінцевий результат мінімальний.
- ◆ **6–7 балів** – Основна ідея та метод розв'язку правильні, але є кілька помітних помилок у викладенні, обчисленнях або використанні формул. Відповідь може бути частково правильною.
- ◆ **4–5 балів** – Присутня спроба розв'язати задачу з правильним підходом, але є серйозні помилки або пропуски в розрахунках. Висновки не завжди обґрунтовані.

- ◆ **2–3 бали** – Невірний підхід або значні помилки у використанні фізичних законів. Відповідь неправильна, але є хоча б частково доречні спроби аналізу.
- ◆ **1 бал** – Слабка спроба розв’язання без розуміння суті задачі, випадкові або неправильні формули без логічного пояснення.
- ◆ **0 балів** – Відсутність розв’язку або відповідь не має жодного відношення до задачі.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Рейтингова оцінка з дисципліни	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
80-89	B	4 (добре)
70-79	C	4 (добре)
60-69	D	3 (задовільно)
50-59	E	3 (задовільно)
35-49	Fx	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання
1-34	F	2 (незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Критерії підсумкової оцінки як показника результатів вивчення навчальної дисципліни

Згідно шкали ЄКТС загальна кількість балів, яку студент може отримати у процесі вивчення дисципліни, становить 100 балів, з яких 60 балів студент набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового контролю (екзамен).

Таким чином знання студентів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

«А» 90-100 балів ставиться у разі, якщо студент:	– постійно готувався до занять та згідно з програмою дисципліни; – глибоко та всебічно розкривав зміст питань; – показав уміння формулювати висновки, узагальнювати та аналізувати навчальний матеріал; – показав уміння вільно виконувати завдання; – переконливо та логічно викладав матеріал, проявляв творчий підхід до виконання практичних завдань та підготовки до лабораторних робіт; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
«В» 80-89 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – робив узагальнення та висновки з окремих питань; – виконав усі лабораторні роботи; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але недостатньо використовував додаткову літературу; – при усних відповідях не досить повно і аргументовано викладав матеріал, а при тестуванні мали місце окремі неточності; – не проявив творчий підхід до виконання індивідуальних завдань та наукових повідомлень.
«С» 70-79 балів ставиться	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – формулював висновки з окремих питань практичних занять; – брав участь у виконанні практичних завдань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності

у разі, якщо студент:	при усних відповідях, тестуванні; – не проявляв належної активності на лекційних та лабораторних заняттях, недостатньо використовував додаткову літературу; неохайно виконував завдання лабораторних робіт.
«D» 60-69 ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – формулював висновки з окремих питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності; – не проявляв належної активності на лабораторних заняттях та старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував додаткову літературу, не належним чином виконав практичні завдання; – виконав не всі завдання для самостійної роботи, або не виконав хоча б одну лабораторну роботу.
«E» 50-59 балів ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – виконував окремі завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав неточності при усних відповідях (будуючи свою відповідь на звичайному повторенні навчального матеріалу без його осмислення), тестуванні; – не проявляв належної активності на лабораторних заняттях, старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував основну та додаткову літературу; – виконав не всі лабораторні роботи; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.
«Fx» 35-49 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – частково виконав завдання для самостійної роботи; – не проявляв активності на практичних заняттях; – допускав принципові помилки під час виконання завдань; – не виконував лабораторні роботи; – не виконав завдання модульного контролю.
«F» 1-34 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях, тестуванні; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – не виконав завдання для самостійної роботи; – не виконав практичне завдання; – не виконував лабораторні роботи; – на підсумковому занятті не вміє відтворити зміст окремих питань, передбачених програмою дисципліни; – не виконав завдання модульного контролю.

Перелік питань для самоконтролю та контролю навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни

Питання для поточного контролю

Модуль 1

1. Що таке вимірювання?
2. Що таке фізична величина, класифікації фізичних величин?
3. Які питання стоять перед експериментатором при проведенні вимірювального експерименту?
4. Назвати основний зміст етапу Організація і планування вимірювального експерименту
5. Що таке Об'єкт досліджень і його модель?
6. Засіб вимірювання, їх види.

7. Що таке умови вимірювань?
8. Що є Результатом Фізичного експерименту. Чим він характеризується?
9. Джерела електричного живлення. Принципи роботи та характеристики.
10. Заземлення та занулення, що це таке і навіщо це потрібно?
11. Термостати, кліматичні установки.
12. Охарактеризувати обладнання для нагріву. Його види
13. Охарактеризувати холодильне обладнання. Його види.
14. Дати поняття вакууму. Як поділяється степінь вакууму по величині розрідженості
15. Що таке вакуум. Ідеальний і технічний вакуум. Одиниці вимірювання вакууму.
16. Які є типи вакуумних насосів? Пояснити роботу обертально-масляного насосу.
17. Які є типи вакуумних насосів? Пояснити роботу дифузійного насосу?
18. Способи вимірювання вакууму. Описати принципи роботи первинних перетворювачів для вимірювачів вакууму
19. Описати конструкцію вакуумного поста ВУП-5
20. Які види обробки твердих матеріалів можете назвати?
21. Назвати види металорізальних станків і принципи їх роботи
22. Токарний станок. Будова і принцип роботи, інструменти.
23. Фрезерний станок. Будова і принцип роботи, інструменти.
24. Свердлильний станок. Будова і принцип роботи, інструменти.
25. Що таке зварювання металів?
26. Що таке пака? Припої і флюси.
27. Гальванічне покриття. Будова гальванічної ванни.
28. Клеї. Застосування клеїв.
29. Скло. Види, характеристики. Обробка скла.
30. Кераміка. Види характеристики. Обробка кераміки.
31. Особливості та способи вимірювання постійної електричної напруги.
32. Особливості та способи вимірювання постійного електричного струму.
33. Особливості вимірювання струму термоперетворювачами
34. Особливості та способи вимірювання змінної електричної напруги та струму.
35. Особливості та способи вимірювання електричного опору постійному струму.
36. Особливості вимірювання електричного опору термоелектричних матеріалів.
37. Принципи і способи вимірювання електричної потужності.
38. Чим характеризується якість споживаної електроенергії?

Модуль 2

1. Основні різновиди перетворювачів неелектричних величин
2. Поняття температури.
3. Температурні шкали.
4. Давачі та перетворювачі температури та фізичні основи їх роботи.
5. Прилади для вимірювання температури.
6. Поняття теплового потоку.
7. Поняття тепломіра.
8. Види тепломірів та особливості їх застосування.
9. Параметри тепломірів та методи їх калібровки.
10. Мікрокалориметри, їх види, будова. Основні параметри мікрокалориметрів.
11. Назвати і дати визначення основних параметрів, які визначають якість термоелектричних матеріалів. Одиниці вимірів.
12. Назвати і описати методи визначення електропровідності термоелектричних матеріалів. Одиниці вимірів
13. Описати методи визначення теплопровідності термоелектричних матеріалів. Одиниці вимірів

14. Описати методи визначення коефіцієнта термоЕРС термоелектричних матеріалів.
Одиниці вимірів
15. Пояснити похибки при вимірюванні коефіцієнту теплопровідності
16. Назвати і пояснити похибки при вимірюванні електропровідності
17. Назвати і пояснити похибки при вимірюванні теплопровідності
18. Параметри холодильних модулів
19. Описати установку для визначення параметрів холодильних модулів. Основні вузли і принцип дії.
20. Параметри генераторних модулів
21. Описати установку для визначення параметрів генераторних модулів. Основні вузли і принцип дії.
22. Описати конструкцію термоелектричного модуля. Особливості конструкцій холодильних і генераторних модулів
23. Як внутрішня комутація та розміри віток визначають параметри термоелектричних модулів
24. Описати технологію виготовлення термоелектричних віток.
25. Способи різки термоелектричного матеріалу. «Плюси» і «мінуси» кожного з методів.
26. Описати технологію зборки термоелектричного холодильного модуля.
27. Описати технологію зборки термоелектричного генераторного модуля
28. Описати зборки генераторних модулів мікроватного діапазону (модулі без керамічних робочих площадок)
29. Герметизація модулів. Пояснити необхідність герметизації модулів, вплив герметизації модулів на їх параметри.
30. Поняття надійності фізичних об'єктів і систем. Як можна підвищити надійність
31. Випробування. Основні поняття та термінологія
32. Види випробувань. За якими ознаками поділяють випробування.
33. Поняття MBTF.
34. Описати принцип роботи обладнання ІТЕ для випробування термоелектричних модулів на теплові ресурсні випробування. Що відбувається з модулями в процесі таких випробувань.

Питання для підсумкового контролю

(Екзаменаційні білети)

1. Сформулюйте правила техніки безпеки під час роботи в лабораторії. Обґрунтуйте необхідність використання засобів індивідуального захисту.
2. Охарактеризуйте електроіскровий метод розрізання злитків термоелектричних матеріалів на заготовки. Будова і принцип роботи установки.
3. Комп'ютерні технології в техніці фізичного експерименту. Структурна схема віртуального приладу. Обґрунтуйте використання обчислювальних можливостей для підвищення точності експерименту.
4. Розкрийте поняття гігієни технології напівпровідникових матеріалів. Сформулюйте вимоги до технологічних атмосфер та середовищ, а також вимоги до чистоти робочого інструменту.
5. Дайте коротку характеристику процесів взаємодії газів з твердими тілами.
6. Охарактеризуйте методи різки напівпровідникових термоелектричних матеріалів дисками із зовнішньою і внутрішньою ріжучими кромками. Будова і принцип роботи установок.
7. Охарактеризуйте основні властивості олій, що використовуються в дифузійних насосах. Будова, принцип роботи і особливості дифузійного насоса.
8. Скло та його властивості. Сорти скла. Обладнання та інструменти складової лабораторії. Контроль якості скляних трубок. Охарактеризуйте процес виготовлення

кварцових ампул для вирощування термоелектричних матеріалів.

9. Охарактеризуйте метод різки злитків термоелектричних матеріалів струнами з вільним і закріпленим абразивом. Будова і принцип роботи установок.
10. Обґрунтуйте необхідність проведення очистки та пасивації внутрішньої поверхні кварцових ампул для вирощування термоелектричного матеріалу.
11. Дайте порівняльну характеристику якості та продуктивності розрізання напівпровідникових матеріалів різними методами. Охарактеризуйте вплив вибраного методу розрізання на параметри термоелектричних пристроїв.
12. Проаналізуйте особливості вакуумної техніки. Які недоліки мають пароолійні вакуумні насоси?
13. Вакуумна техніка. Властивості розріджених газів. Охарактеризуйте залежність теплопровідності газу від ступеня його розрідження.
14. Охарактеризуйте обладнання і технологічні режими шліфування та полірування заготовок термоелектричних матеріалів.
15. Охарактеризуйте методи різки напівпровідникових термоелектричних матеріалів. Як залежить товщина порушеного шару матеріалу від розміру зерен абразиву?
16. Розкрийте поняття абсорбції, адсорбції та хемосорбції. Охарактеризуйте взаємодію газу з твердим тілом.
17. Охарактеризуйте принцип роботи та будову станка для шліфування напівпровідникових матеріалів вільним абразивом. Абразивні матеріали. Типи абразивних паст і суспензій. Маркування абразивних матеріалів.
18. Проаналізуйте параметри термоелектричних матеріалів, що визначають енергетичні характеристики термоелектричних пристроїв (охолоджувачів та генераторів).
19. Розкрийте фізичні основи процесу відкачування газу.
20. Розкрийте особливості технології шліфування термоелектричних матеріалів.
21. Що таке фізична величина, класифікації фізичних величин?
22. Розкрийте принцип роботи та будову форвакуумних насосів.
23. Які питання стоять перед експериментатором при проведенні вимірювального експерименту?
24. Проаналізуйте основні енергетичні характеристики генераторних та холодильних термоелектричних модулів.
25. Розкрийте принцип роботи та будову дифузійних і бустерних насосів.
26. Які Вам відомі установки для вимірювання параметрів термоелектричних матеріалів? Поясніть принцип їх роботи.
27. Виготовлення і градування термопар. Стабілізація температури вільних кінців термопар. Охарактеризуйте властивості термопар, що використовуються у напівпровідниковій технології.
28. Скло та кераміка. Види, характеристики. Обробка скла та кераміки.
29. Охарактеризуйте процес вимірювання електропровідності двозондовим і чотиризондовим методами. Дайте оцінку похибок вимірювання.
30. Назвати основний зміст етапу Організація і планування вимірювального експерименту
31. Описати конструкцію вакуумного поста ВУП-5
32. Охарактеризуйте процес вимірювання коефіцієнту термоЕРС термоелектричних матеріалів. Приведіть будову стенду для вимірювання термоЕРС. Дайте оцінку похибок вимірювання.
33. Що таке Об'єкт досліджень і його модель?
34. Охарактеризуйте методи вимірювання теплопровідності напівпровідникових термоелектричних матеріалів.
35. Засіб вимірювання, їх види.

36. Заземлення та занулення, що це таке і навіщо це потрібно?
37. Способи вимірювання вакууму. Описати принципи роботи первинних перетворювачів для вимірювачів вакууму
38. Свердлильний станок. Будова і принцип роботи, інструменти.
39. Охарактеризувати обладнання для нагріву. Його види
40. Охарактеризуйте процес виготовлення термоелектричних модулів. Обладнання для набору необхідної кількості термоелементів n- і p-типу провідності. Нанесення захисного покриття. Підготовка електро- і теплопереходів.
41. Що є результатом фізичного експерименту. Чим він характеризується?
42. Джерела електричного живлення. Принципи роботи та характеристики.
43. Обладнання і принцип роботи обладнання для пайки термоелектричних модулів. Охарактеризуйте технологічні режими пайки.
44. Що таке умови вимірювань?
45. Термостати, кліматичні установки.
46. Токарний станок. Будова і принцип роботи, інструменти.
47. Поясніть як поділяють ступінь вакууму в залежності від співвідношення між довжиною вільного пробігу молекул і розміром відкачуваного об'єму?
48. Охарактеризувати холодильне обладнання. Його види.
49. Виготовлення макетів термоелектричних приладів. Охарактеризуйте основні вимоги до елементів конструкції термоелектричних приладів та їх технологічне забезпечення.
50. Особливості та способи вимірювання постійного та змінного електричного струму.
51. Які види обробки твердих матеріалів можете назвати?
52. Пайка. Розкрийте особливості та основні методи пайки. Флюси і припої. Зварювання. Охарактеризуйте особливості та технологічні режими зварювання.
53. Як за принципом дії поділяють вакуумні насоси? Коротко охарактеризуйте процеси в насосах, що належать до різних груп.
54. Назвати види металорізальних станків і принципи їх роботи
55. Фрезерний станок. Будова і принцип роботи, інструменти.
56. Гальванічне покриття. Будова гальванічної ванни.
57. Комп'ютерні технології в техніці фізичного експерименту. Проаналізуйте узагальнену структурну схему комп'ютерної вимірювальної системи. Назвіть переваги та недоліки комп'ютерних вимірювальних систем з послідовною і паралельною архітектурою.
58. Обробка і подання результатів експерименту. Запис результатів експерименту та їх математична обробка. Охарактеризуйте використання комп'ютерів для обробки результатів експерименту.
59. Поясніть як визначити ККД генераторного модуля?
60. Особливості вимірювання електричного опору термоелектричних матеріалів.
61. Що таке вимірювання?
62. Особливості вимірювання струму термоперетворювачами
63. Назвати основні параметри холодильних модулів. Обладнання та методи їх вимірювання
64. Дати поняття теплового потоку. Тепломіри, параметри тепломірів. Калібровка та основні вимоги для зниження похибок при дослідженнях теплових потоків.
65. Клеї. Застосування клеїв.
66. Надійність термоелектричних пристроїв. Методи випробувань.
67. Дати поняття температури. Одиниці виміру. Способи та обладнання для температурних досліджень.
68. Особливості та способи вимірювання змінної електричної напруги та струму.
69. Мікрокалориметри. Характеристики, застосування.

70. Описати будову та пояснити принцип дії компресорного холодильника.
71. Що таке міри фізичних величин. Різновидності мір.
72. Описати структуру та принцип роботи побутового мультиметра.

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол № 109 від 28 березня 2022 року) (<https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Рекомендована література Базова (основна)

1. Анатичук Л.І. Термoeлектричні перетворювачі енергії. Т.2. – Київ, Чернівці: ІТЕ, 2003.- 365с.
2. Геращенко, О.А. Температурні вимірювання. Довідник / Геращенко О.А., Гордив А.Н., Лах В.И. и др. К: Наукова думка, 1984. – 494 с.
3. Геращенко, О.А. Основ теплотерії. – К.: Наукова думка, 1976. – 192 с.
4. Митропольський І.С., Грицак Р.В. Вакуумна техніка. Навчальний посібник. Ужгород: Вид. УжНУ „Говерла”, 2018. – 138 с
5. Боднарук В.І., Охрем О.А. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Техніка фізичного експерименту".- Чернівці: Рута, 1994. - 23с.
6. Михайленко В.С., Ванін В.В., Ковальов СМ. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник для студ. вищих закл. освіти / за ред. В.С.Михайленка. - К.: Каравела, 2004. - 344с.
7. Довгалюк Б.П. Техніка фізичного експерименту: Навчальний посібник. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2005. – 165 с.
8. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів. – Львів: Афіша, 2002.
9. Поліщук Є.С. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин. Підручник. – Львів: Львівська політехніка. – 2000. – 360 с. Електронні текстові дані. https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Polishyk_2000_360.pdf
10. Семізов О.Ф., Стаєцький О.М. Методи вимірювання параметрів термо-електричних матеріалів: Лабораторний практикум. – Чернівці, 2003. – 44 с.
11. Випробування приладів і систем. Види випробувань та сучасне обладнання [Електронний ресурс] : навчальний посібник / В. В. Аврутов, І. В. Аврутова, В. М. Попов; – Київ. НТУУ «КПІ», 2009. — 64 с. – Електронні текстові дані. https://cions.kpi.ua/Arhiv/vyprob_sec.pdf

Допоміжна

1. Боднарук В.І., Боднарук О.О., Семізов О.Ф. Термометрія і пірометрія. Спеціальні методивимірювання температури. - Чернівці: Рута, 2001.- 32с.
2. Л.І. Анатичук, В.В. Лисько, М.В. Гаврилюк, В.А. Тюменцев. Автоматизоване обладнання для вимірювання властивостей стрижнів термоелектричних матеріалів // Термоелектрика, №5, 2015.
3. Л.І. Анатичук, В.В. Лисько, М.В. Гаврилюк, В.А. Тюменцев. Автоматизований вимірювальний комплекс «АЛТЕК-10001» для визначення термоелектричних властивостей злитків матеріалів // Термоелектрика, №1, 2016.

Інформаційні ресурси

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
2. <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
3. <http://science.lpnu.ua/uk/istcmtn>
4. <https://chatgpt.com/g/g-mzFm1dKjW-chat-gpt>

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича»
<https://www.chnu.edu.ua/media/jxpbs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

- «Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича»
https://www.chnu.edu.ua/media/f5eobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми.