

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт

з дисципліни «Основи наукових досліджень»
для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та
132 «Матеріалознавство» освітньо-професійних(наукових) програм
«Зварювання та споріднені процеси і технології» та
«Прикладне матеріалознавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн
матеріалів»
другого (магістерського) рівня вищої освіти денної
та дистанційної форм навчання
закладів вищої освіти

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № від . .2024 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи наукових досліджень» для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 132 «Матеріалознавство» освітньо-професійних(наукових) програм «Зварювання та споріднені процеси і технології» та «Прикладне матеріалознавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн матеріалів» другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та дистанційної форм навчання закладів вищої освіти / Уклад. Дмитрик В. В., Субботіна В. В., Касьяненко І. В. – Харків : НТУ «ХП», 2024. – 40 с.

Укладачі: В. В. Дмитрик, В. В. Субботіна, І. В. Касьяненко.

Рецензент О. А. Волков

Кафедра «Матеріалознавство»

Кафедра «Зварювання»

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи наукових досліджень» містить 4 практичні роботи і призначені для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 132 «Матеріалознавство» освітньо-професійних(наукових) програм «Зварювання та споріднені процеси і технології» та «Прикладне матеріалознавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн матеріалів» другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та дистанційної форм навчання закладів вищої освіти при вивчанні нормативної дисципліни «Основи наукових досліджень».

Відповідно до навчального плану спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 132 «Матеріалознавство» освітньо-професійних(наукових) програм «Зварювання та споріднені процеси і технології» та «Прикладне матеріалознавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн матеріалів» дисципліна «Основи наукових досліджень» вивчається в 2-му семестрі.

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи наукових досліджень» є однією з важливих складових елементів методичного забезпечення дисципліни. Вони призначені для аудиторної та самостійної роботи студентів і закріплення знань за темами.

Основною метою вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень» є ознайомлення студентів з основним змістом спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 132 «Матеріалознавство» освітньо-професійних(наукових) програм «Зварювання та споріднені процеси і технології» та «Прикладне матеріало-

знавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн матеріалів».

В процесі вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень» студенти набувають знання стосовно виконання науково-дослідних робіт (НДР). Надається важливим засвоїти методи, методики і особливості організації та проведення таких робіт. При виконанні НДР передбачається використання відповідного математичного апарату, експериментального обладнання і матеріалів, а також комп'ютерних технологій. Доцільно поставити мету досліджування і сформулювати завдання для її досягнення. Слід вміти планувати НДР, використовувати відповідний математичний апарат, проводити експерименти і обробляти отримані результати.

Для виконання НДР необхідно провести аналітичний огляд джерел інформації стосовно досягнення поставленої мети, розробити методику проведення експериментального досліджування, виконати відповідне планування НДР.

Студенти повинні вміти організувати та провести науковий експеримент на сучасному рівні; обробити результати експериментів; шляхом співставлення отриманих результатів з відомими результатами оцінити їх показники; зробити висновки; рекомендувати отримані результати для впровадження у відповідну галузь.

Дисципліна «Основи наукових досліджень» базується на засвоєних раніше знаннях зварювальних дисциплін, математики, фізики, хімії, матеріалознавства, комп'ютерних технологій в об'ємах які передбачені навчальними планами спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 132 «Матеріалознавство» освітньо-професійних(наукових) програм «Зварювання та споріднені процеси і технології» та «Прикладне матеріалознавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн матеріалів».

Матеріал дисципліни доцільно використовувати при виконанні дипломних робіт другого (магістерського) рівня вищої освіти.

При вивчанні дисципліни «Основи наукових досліджень» передбачається проведення практичних робіт і виконання індивідуальних завдань (варіанти

наводяться у розділі 5).

При виконанні індивідуального завдання передбачається:

- опрацювання джерел інформації, які рекомендуються, а також ознайомитись з методичними вказівками;
- вивчити програмний матеріал за даною дисципліною стосовно зварювального виробництва та матеріалознавства;
- для самоперевіряння слід дати відповіді на питання, які наводяться в даних методичних вказівках.

Майбутній фахівець повинен на основі отриманих знань вирішувати професійні завдання в наступних напрямках діяльності: науково-дослідній, проектно-конструкторській, виробничо-технологічній та організаційно-управлінській.

Практичні роботи являють собою невеликі досліджування, які дозволяють студентам більш докладно ознайомитися з основними принципами вивчення матеріалу дисципліни «Основи наукових досліджень». Також вивчення наведеної дисципліни надає теоретичне забезпечення експериментам, які будуть входити до складу випускної роботи другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Кожна практична робота містить перелік матеріалів, стислий виклад теоретичних відомостей і методів досліджування, порядок виконання, який допомагає студентам правильно і осмислено виконати практичну частину роботи та зробити висновки.

Кожен студент при роботі з електрообладнанням і хімічними реактивами зобов'язаний дотримуватися правил техніки безпеки, встановлені інструкціями кафедри.

Про проходження інструктажу з техніки безпеки слід розписатися у лабораторному журналі.

Мета методичних вказівок до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи наукових досліджень» – допомогти студентам більш глибоко освоїти основні принципи вивчення організації та проведення наукових досліджувань та впровадження їх результатів у відповідну сферу діяльності, а також: отримати

практичні навички роботи із відповідними приладами та установками, освоїти методи оброблення експериментальних даних, розвинути навички самостійної роботи і наукового досліджування.

Крім основної мети, методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи наукових досліджень» спрямовані на розвивання інтересу до наукової діяльності, знайомство із складною і різноманітною експериментальною технікою, яка допоможе студентам надалі при виконанні дипломних робіт другого (магістерського) рівня вищої освіти.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Практичні роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» виконують у навчально-наукових лабораторіях кафедр «Зварювання» і «Матеріалознавство». **Дотримання правил техніки безпеки є обов'язковою умовою при виконанні робіт.** Для забезпечення цього кожен студент повинен ознайомитися з вимогами правил техніки безпеки та отримати допуск викладача до виконання робіт.

Забороняється перебування в лабораторіях у верхньому одязі. Студенти, які тимчасово не задіяні до роботи з обладнанням, повинні перебувати у місці, яке вкаже викладач.

Обладнання, яке використовується для виконання практичних робіт, обладнане електроприводами з напругою живлення 220 В. З метою попередження ураження електричним струмом загальними вимогами при використанні лабораторного обладнання є дотримання правил експлуатування промислового електрообладнання. Студентам забороняється вмикати обладнання, не призначене для виконання поточної лабораторної роботи, відчиняти дверцята електричних шаф і рубильників. Без вказівки викладача забороняється вмикати або вимикати вимикачі та рубильники.

Всі зайві предмети необхідно прибрати з робочого місця. Перед запуском обладнання необхідно пересвідчитись у його безпечності. При виявленні недоліків не вмикати напругу і повідомити про це викладача, не вживаючи самому заходів для усунення неполадок.

При виконанні деяких робіт використовуються хімічні реактиви, тому працювати з ними необхідно з дотриманням правил поведінки в хімлабораторіях. У першу чергу, не допускати потрапляння реактивів на відкриті ділянки шкіри, в очі. При випадковому потраплянні таких рідин на шкіру необхідно негайно змити їх струменем проточної води.

Виконуючи роботи, які передбачають нагрівання матеріалів, необхідно оберегатися термічних опіків шкіри та загоряння одягу.

Не користуйтеся обладнанням, яке не стосується виконуваної лабораторної роботи. Не переносьте лабораторне обладнання з одного робочого місця на інше. Студенти, які порушують правила техніки безпеки, не допускаються до виконання практичних робіт. Вони повинні перездати ці правила.

Порушення правил техніки безпеки може призвести до нещасних випадків.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Звіт про проведену практичну роботу повинен містити:

- 1) тему і мету роботи;
- 2) перелік матеріалів і обладнання;
- 3) описування порядку виконання експерименту за кожною частиною роботи;
- 4) обґрунтування вибирання режимів зварювання і термічного оброблення;
- 5) результати експериментів за кожною частиною виконаної роботи у вигляді таблиць, графіків, рисунків, рекомендованих у методичних вказівках;
- 6) висновки за кожною частиною роботи.

Практична робота 1

ВИБИРАННЯ НАПРЯМУ, ПЛАНУВАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Повторити: конспект лекцій (лекція № 1), літературу [1].

1.1. Мета роботи

1. Набути знання стосовно вибирання напрямку, планування і проведення науково-дослідної роботи.

1.2. Основні положення

Процес виконання науково-дослідної роботи включає послідовне розроблення її етапів, представляється у вигляді наступної логічної схеми:

- вибирання теми роботи, обґрунтування її актуальності, визначання об'єкту і предмету роботи;
- постановка мети роботи та визначання завдань для її досягнення;
- вибирання методів, методик, обладнання і матеріалів задіяних в процесі виконання роботи;
- описування процесу досліджування з наведенням отриманих результатів;
- узагальнювання і оцінювання результатів досліджування. Формулювання висновків;
- впровадження отриманих результатів.

1.2.1. Вибирання теми наукового досліджування

Спочатку обґрунтовується тема науково-дослідної роботи (НДР), яка відповідає науковому напрямку стосовно вирішування конкретної проблеми. Науко-

вий напрям включає взаємопов'язані наукові досліджування задіяні для вирішування відповідних теоретичних і практичних завдань в певній галузі за відповідною тематикою. Наукова проблема – це сукупність комплексних тем НДР, для розроблення яких необхідно вирішити відповідні теоретичні та практичні завдання. Проблема є значимою і ефективність її вирішування визначається на галузевому, міжгалузевому і глобальному рівнях.

Вибирання теми наукового досліджування, як складової проблеми, ґрунтується на використанні способу її досягнення. Такий спосіб передбачає вирішування відповідних завдань стосовно зварювального виробництва і матеріалознавства.

Залежно від поставленої мети і завдань, які вирішуються, а також використання методів і методик, наукові досліджування можна розподілити на три групи: пошукові теоретичні та практичні; цілеспрямовані фундаментальні; експериментально-прикладні. Для кожної із стадій формулюється відповідний перелік завдань, які необхідно виконувати.

Важливим початковим етапом кожної НДР стосовно її виконання є пошук і оброблення наукової інформації. Необхідна інформація надається у вітчизняних журналах «Автоматичне зварювання», «Металофізика. Новітні технології», «Проблеми міцності» та ін. Загалом джерелами інформації слугують наукові журнали, монографії, збірки наукових праць, матеріали наукових конференцій і звіти з НДР. Винятково важливим є ознайомлення з нормативними документами стосовно зварних з'єднань, їх структури та властивостей в провідних галузях України. Наприклад, в енергетичній, металургійній і машинобудівній галузях. Також важливим джерелом визначання рівня аналогічних досліджувань і розробок є патентна інформація.

1.2.2. Особливості підготовки та проведення експерименту

Відповідним етапом НДР є експеримент, постановка якого здійснюється в конкретних умовах. Саме шляхом співставлення результатів експерименту уточ-

нюється теоретичне обґрунтування завдань, які вирішуються. Наукова інформація отримана шляхом проведення експериментів, обробляється і узагальнюється. Експерименти проводяться на основі числового вирішування системи рівнянь, які описують проходження відповідного процесу, а також співставлення отриманих результатів з відомими результатами. Саме така постановка експериментів є доцільною в галузях зварювального виробництва і зварювального матеріалознавства. При проведенні експериментів використовують відповідне обладнання і прилади. Самі експерименти проводять в лабораторіях і виробничих умовах.

До складу програми експерименту входять календарний план робіт, кошторис витрат, список виконавців, анотація досліджування, методика проведення експерименту, перелік необхідного обладнання, приладів і матеріалів. Методика проведення експерименту є важливою складовою програми експерименту. Проведення експериментів є винятково відповідальною і одночасно найбільш трудомісткою складовою науково-дослідної роботи. Виконання НДР передбачає узагальнювання і оформлювання результатів експериментів.

1.2.3. Загальна методика виконання НДР

Основні науково-дослідні роботи зі зварювального виробництва контролюються Інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України. Номенклатура таких робіт включає розробляння наукових засад теорії зварювального виробництва, технологічних процесів зварювання і зварювального матеріалознавства.

Для виконання науково-дослідної роботи підбирають її виконавців, які в тісному контакті вирішують завдання НДР. Загальний план НДР передбачає відповідні етапи її виконання.

I-й етап присвячується аналізуванню стану наукового завдання. На основі результатів аналізування визначають конкретні наукові та практичні розробки, їх рівень і відповідне технічне забезпечування. Аналізуванню підлягають джерела інформації, як вітчизняні так і закордонні.

II-й етап передбачає розроблення моделі процесу, який досліджується. Моделювання складає математичне описування проходження процесу, а також граничні та початкові умови процесу. Шляхом моделювання отримують необхідні результати. Між складовими математичної моделі та технологічними особливостями експерименту повинна відбуватися узгоджуваність, яка дозволяє вдосконалювати як саму математичну модель так і технічні складові експерименту. Експериментальна установка передбачає підбирання необхідного обладнання і приладів, а також можливе їх вдосконалювання. Також необхідно вибирати надійну систему розраховування і реєстрування результатів експерименту. Використання відповідних методів і приладів контролювання надає можливість отримати необхідні результати.

III-й етап. Накопичування експериментальних даних. Використовують прилади для одночасного реєстрування як однієї так і декількох змінних величин. Наприклад, вольтметри, амперметри, а також шлейфові та електронні осцилографи та ін. прилади.

IV-й етап. Оброблення експериментальних результатів. Необхідно вести журнал експериментів і заносити в нього всі необхідні дані стосовно проведення експериментів. Наприклад реалізування графічного і аналітичного методів оброблення результатів вимірювань та визначання похибок вимірювання, а також результати оброблення осцилограм. Спектральне аналізування. Методи теорії вірогідності стосовно оброблення результатів вимірювань. Встановлювання залежності між величинами, які вимірюються. Лінійне корелювання.

V-й етап. Узагальнювання і перевіряння. Аналізування та співставлення результатів, отриманих шляхом моделювання і проведення експериментів. Оцінювання їх співвідношення і наявність різниці. Корегування експериментів і уточнювання математичної моделі за результатами експериментів. Повторні експерименти з урахуванням результатів моделювання, в яке внесли відповідні уточнення. Оцінювання отриманих результатів.

VI-й етап передбачає загальне оцінювання виконаної НДР. Співставлення

отриманих результатів з відомими результатами. Оцінювання отриманих результатів і можливість їх практичного використання. Складання звіту. Підготовка матеріалів для публікації в галузевих виданнях.

VII-й етап. Впровадження виконаної НДР у виробництво. Виконання робіт з впровадження. Оцінювання економічної ефективності. Акти впровадження. Документація з НДР.

1.3. Матеріал досліджування

Робота проводиться на основі конспекту лекцій та довідкового матеріалу.

1.4. Порядок виконання роботи

1. В журналі для практичних робіт записують назву та мету роботи, а також в стислому вигляді наводять її матеріал.

2. Оформлений звіт стосовно даної роботи студент подає на підпис викладачеві. За матеріалами звіту надаються контрольні питання з метою закріплення студентом набутих знань, а також виявлення рівня їх засвоєння. Відповідно за виконану роботу виставляються оцінки.

3. Звіт повинен містити:

- а) назву роботи;
- б) мету роботи;
- в) короткі теоретичні відомості (відповіді на питання для самоперевірення);
- г) відповіді на завдання;
- д) висновки про виконану роботу.

Питання для самоперевіряння

1. Як класифікуються науково-дослідні роботи за призначенням?
2. На основі яких джерел інформації формується актуальність НДР?
3. Навести основні види експериментальних досліджувачь у зварювальному виробництві і матеріалознавстві та їх особливості.
4. Як встановлюється мета експерименту, його склад і особливості проведення?
5. Навести методику проведення експерименту.
6. Перелічити етапи проведення НДР. Дати коротку характеристику кожному з них.

Рекомендована література: [1–4].

Практична робота 2

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖУВАНЬ

Повторити: конспект лекцій (лекції № 2–4), літературу [2–4].

2.1. Мета роботи

1. Засвоїти методологію проведення наукових досліджень.

2.2. Основні положення

2.2.1. Основні положення методології наукових досліджень

Методологія надається як система принципів і способів наукових досліджень. Методологія досліджень передбачає послідовне виконання завдань наукової роботи для ефективного досягнення поставленої в роботі мети. Загальне виконання науково-дослідної роботи (НДР) ґрунтується на використанні відповідних методів, методик і засобів.

Метод – це практичне використання сукупності способів, операцій і прийомів для теоретичного та практичного досягнення поставленої мети. До методів емпіричного рівня належить обробляння і аналізування необхідної інформації, моделювання, експеримент, розраховування, вимірювання, порівняння та ін.

Методика – це практичне використання способів, підходів і прийомів для отримання теоретичних та практичних результатів.

Спосіб – надається як конкретна дія, або прояв системи дій, які використовують при виконанні теоретичної та практичної частин досліджень.

2.2.2. Загальна методика проведення наукових досліджень

Науково-дослідна робота складається із наступних етапів:

- опрацювання інформації стосовно наукового досліджування;
- формулювання мети і завдань для її досягнення;
- моделювання відповідних процесів;
- проведення експерименту;
- оброблення отриманих результатів;
- впровадження отриманих результатів у відповідну галузь.

2.2.3. Опрацювання напряму виконання НДР

Визначання напряму проведення НДР ґрунтується на основі опрацювання відповідних джерел інформації, а також набутого досвіду виконання таких робіт. Виявляється необхідність практичного вирішування важливого для підприємства технологічного завдання, яке і зумовляє проведення досліджувань. При опрацюванні відомих матеріалів стосовно НДР особливе значення має систематизування отриманої інформації, її аналізування і класифікування. Важливо першочергово виявити вузлові, найбільш значимі питання, а також звернути увагу на відповідні залежності та встановити головні чинники і обставини, що впливають на процеси, які розробляються та вдосконалюються.

Надається необхідним виявити напрями розроблення аналогічних НДР, а також відслідкувати, як виконуються суміжні НДР. Слід опрацювати вирішування подібних завдань в хронологічному порядку. Також необхідно відслідкувати та встановити зв'язок між запланованими досліджуваннями та тими досліджуваннями, які виконуються паралельно. Таке відслідковування надасть можливість здобути перевагу над іншими подібними досліджуваннями.

Визначаються особливості та кількість завдань, які потребують досліджувань. Серед завдань необхідно виявити ті, які є найбільш важливими. Слід встановити залежності між параметрами процесів, які реалізуються, що надасть можливість оптимізувати такі параметри та отримати необхідні результати. Залежності доцільно надати у вигляді формул і графіків, а також фотографій структур і графіків залежностей механічних властивостей.

2.2.4. Визначання мети досліджування і завдань для її досягнення

Опрацювання інформації стосовно проведення аналогічних НДР дозволяє сформулювати конкретну мету НДР, а також надати завдання для її досягнення. При визначанні мети та завдань враховується зв'язок з наявністю науково-технічних можливостей, а також індивідуальних здатностей керівника НДР та її безпосередніх виконавців. Завдання досліджування повинно узгоджуватись з науковою тематикою кафедр зварювання та матеріалознавства. Обсяг і глибина досліджування повинні відповідати меті та завданням НДР.

2.2.5. Планування експерименту НДР

Сучасні експерименти в галузі зварювання та матеріалознавства є переважно трудомісткими. Їх вартість також є значною. І тому надається особливим оптимальне вибирання обладнання, приладів і матеріалів, усвідомлювання умов і теоретичного забезпечування експерименту, а також порядку його проведення. Наведене вибирання повинно забезпечувати успішне проведення експерименту і отримання необхідних результатів.

При підготовці до проведення експерименту слід чітко визначити фізичні особливості досліджування; які показники необхідно отримати; теоретичне обґрунтування; принцип використання обладнання і приладів. Проведення експериментів доцільно планувати з використанням математичної теорії їх планування.

З урахуванням теоретичного обґрунтування експерименту і відповідного використання експериментального методу необхідно встановити залежності між фізичними показниками. Також необхідно виявити помилки і можливість їх допущення, а також систематизувати наступні операції: порядок проведення вимірювань; які показники параметрів, що регулюються, підібрати при вимірюваннях; як вимірювати змінні параметри: опір, силу струму, напругу і температуру; як використовувати строго задані значення параметрів. Питання про вибирання параметрів є одним із головних в теорії планування експерименту. Важливо

усвідомити, які величини слід вимірювати з більшою, а які з меншою точністю. Також важливо використовувати саме ті прилади, які забезпечать ефективне вирішення відповідних завдань.

В плані проведення експерименту слід навести, як ефективно використовувати прилади. Також необхідно вказати гранично допустимі значення параметрів. Наприклад струму, температури, механічних властивостей та ін. Важливо усвідомити показники яких приладів необхідно відслідковувати при регулюванні параметрів. Необхідно знати і вміти, як діяти в аварійних ситуаціях.

2.2.6. Коригування плану в процесі проведення експериментів

Перед початком виконання експерименту план його проведення піддається додатковому контролюванню. В сам план вносяться необхідні уточнення. Перебиранню підлягає обладнання, матеріали та прилади, які повинні задовільнити необхідну точність вимірювань. В процесі проведення експериментів можливим є його коригування, що дозволяє більш ефективно вирішувати відповідні завдання. Важливо відслідковувати результати експерименту, їх співставляти, систематизувати, звертати увагу на розкид показників залежно від змінювання умов досліджування.

2.2.7. Вибір показників змінних параметрів

В процесі проведення експериментів доопрацьовуються штатні та впроваджуються нові схеми використання обладнання, уточнюються відомі та визначаються нові залежності, складаються таблиці та будуються графіки, в яких вносяться додаткові уточнення. При оброблянні результатів звертають увагу на наявність мінімумів і максимумів у відповідних показниках.

Залежно від положень НДР отримують необхідну кількість показників, на підставі яких будують графіки, враховують можливість наявності помилок. Звертають увагу, що при змінюванні методики і умов операцій досліджування змінюються систематичні помилки. Слід усвідомлювати, як окремі помилки впли-

вають на загальну похибку експерименту. Тому необхідно уважно використовувати і обробляти показники приладів, які задіяні при проведенні експериментів. Також доцільно при проведенні експерименту задіяти саме ту методику його проведення, яка є оптимальною. Крім того слід подбати про можливість дублювання окремих операцій експерименту, що надасть можливість їх вдосконалювати або замінити на нові, більш ефективні операції.

2.3. Матеріал досліджування

Робота проводиться на основі конспекту лекцій та довідкового матеріалу.

2.4. Порядок виконання роботи

1. В журналі для практичних робіт записують назву та мету роботи, а також в стислому вигляді наводять її матеріал.
2. Оформлений звіт стосовно даної роботи студент подає на підпис викладачеві. За матеріалами звіту надаються контрольні питання з метою закріплення студентом набутих знань, а також виявлення рівня їх засвоювання. Відповідно за виконану роботу виставляються оцінки.
3. Звіт повинен містити:
 - а) назву роботи;
 - б) мету роботи;
 - в) короткі теоретичні відомості (відповіді на питання для самоперевірення);
 - г) відповіді на завдання;
 - д) висновки про виконану роботу.
 - д) висновки про виконану роботу.

Питання для самоперевіряння

1. Що являє собою методологія наукових досліджень?
2. Як планується загальний напрям виконання НДР?
3. Як визначається мета досліджування і завдання для її досягнення?
4. Навести особливості планування експериментів у НДР.
5. Чому виникає необхідність коригування плану в процесі проведення експериментів?

Рекомендована література: [1–3, 5].

Практична робота 3

ВИЯВЛЕННЯ МОЖЛИВИХ ПОМИЛОК В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖУВАННЯХ

Повторити: конспект лекцій (лекція № 5–6), літературу [2, 4–6].

3.1. Мета роботи

1. Засвоїти методику виявлення можливих помилок в експериментальних дослідженнях.

3.2. Основні положення

Вимірювання задіяних в експериментах параметрів температури, струму, напруги, швидкості зварювання та ін. повинно враховувати точність їх показників. І тому надається важливим отримання їх достатньої точності, що визначає ефективність проведеного експерименту. В експериментах широко використовуються технічні вимірювання. В таких вимірюваннях похибка залежить від особливостей використання обладнання, а також може допускатися при оброблянні отриманих даних.

Аналізують кінцеві показники результатів експериментів. Наприклад, структурно-фазовий стан, хімічний склад і механічні властивості зварних з'єднань. Результат експерименту повинен мати оптимальні кінцеві показники. Водночас такі показники є достатньо наближеними.

Похибка результатів експериментів визначається як різниця між дійсними показниками і показниками, отриманими за даними відповідних приладів. Наявність похибок може бути викликана проявом дії двох різних чинників. Зазначимо, що точність вимірювання визначається рівнем наближення показників по

відношенню до дійсних показників. Зазначимо, що для збільшення точності похибка повинна бути по можливості меншою. Похибки визначання показників експерименту розділяють на випадкові та систематичні. Випадкові похибки, наявність яких теоретично обґрунтована, надається можливим попередити. А саме: оцінити надійність і точність результатів стосовно кількості показників, які визначаються; виявити мінімальну кількість показників, яка відповідає надійності їх визначання і заданій точності.

Розглянемо основні положення дисципліни «Теорія ймовірності і математична статистика» стосовно визначання показників у зварювальному виробництві та матеріалознавстві.

Кількість показників експерименту надаємо у вигляді довірчого інтервалу $X_{ca} - \Delta X$ і $X_{ca} + \Delta X$. Тут X – величина дійсного показника, який визначається із заданою вірогідністю; X_{ca} – середньоарифметична величина загальної кількості визначень результатів; ΔX – оцінювання абсолютної похибки визначання результатів. Довірча вірогідність визначання результатів D_d передбачає, що дійсний показник знаходиться у довірчому інтервалі. Для визначання довірчого інтервалу використовують функції Стюдента (частіше), а також функції Лапласа. Дані довірчого інтервалу надаються як одиниці вимірювання, що підкріплюються процентами. Доцільно усвідомити, що достовірність і точність показників характеризується даними довірчого інтервалу.

Таким чином оцінювання абсолютної похибки буде залежати від середньоквадратичного відхилення результату визначеної кількості вимірювань ΔN .

$$\Delta N = \left[\sum_{i=1}^n \frac{\Delta X_i^2}{n(n-1)^{\frac{1}{2}}} \right], \quad (3.1)$$

де n – кількість показників, які визначаються. При $n < 10$ для побудування довірчого інтервалу використовують функції Стюдента (Додаток 1).

При послідовному виконанні визначеної кількості експериментів n ,

результати кожного експерименту у відповідній послідовності необхідно заносити до таблиці. Далі визначається середньоарифметичний показник виходячи із n визначень

$$X_{ca} = \frac{1}{n} [\sum_{i=1}^n X_i], \quad (3.2)$$

Потім знаходять похибку кожного визначення

$$\Delta X_i = X_{ca} - X_i. \quad (3.3)$$

і враховують квадрати похибок окремих вимірювань $(\Delta X_i)^2$.

Далі встановлюють середню квадратичну похибку стосовно встановленого результату загальної кількості показників

$$\Delta N_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i)^2}{n(n-1)}}, \quad (3.4)$$

З усвідомленням ΔN_X надається значення надійності γ для отриманих результатів. Потім з урахуванням γ і кількості отриманих показників n знаходять коефіцієнт Стюдента $t_\alpha(n)$.

Далі знаходять похибку загального результату експерименту (границі довірчого інтервалу

$$\Delta X = t_\alpha(n) \Delta N_{X_{ca}}. \quad (3.5)$$

і наводять кінцевий результату експерименту

$$X = X_{ca} \pm \Delta X. \quad (3.6)$$

та надають відносну похибку загальних результатів експерименту ε

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{X_{\text{са}}} \cdot 100\%, \quad (3.7)$$

3.3. Матеріал досліджування

Робота проводиться на основі конспекту лекцій та довідкового матеріалу.

3.4. Порядок виконання роботи

1. В журналі для практичних робіт записують назву та мету роботи, а також в стислому вигляді наводять її матеріал.

2. Оформлений звіт стосовно даної роботи студент подає на підпис викладачеві. За матеріалами звіту надаються контрольні питання з метою закріплення студентом набутих знань, а також виявлення рівня їх засвоєння. Відповідно за виконану роботу виставляються оцінки.

3. Звіт повинен містити:

- а) назву роботи;
- б) мету роботи;
- в) короткі теоретичні відомості (відповіді на питання для самоперевірення);
- г) відповіді на завдання;
- д) висновки про виконану роботу.

Питання для самоперевірення

1. Як усуваються систематичні помилки у визначених результатах експерименту?
2. Як визначають достовірність експериментальних даних?

3. Як оцінюється точність експерименту?
4. Як визначається мінімальна кількість показників, яка є достатньою для достовірності та точності експерименту.

Рекомендована література: [2–4].

Практична робота 4

ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА, ЯКИЙ ВИЗНАЧАЄТЬСЯ

Повторити: конспект лекцій (лекція № 5–6), літературу [3, 5, 6].

4.1. Мета роботи

1. Засвоїти методику оцінювання точності показника, який визначається.

4.2. Основні положення

При проведенні експериментів показників приладів спостерігається наявність їх розкиду навколо середнього показника. Такий розкид обумовлений наявністю похибок відрахування, а також похибками всіх вхідних параметрів і дією випадкових ефектів. І тому показники параметра, який вимірюється можуть мати випадкову і систематичну похибку.

В результаті n незалежних вимірювань показника параметра X отримали наступні результати

$$X_1, X_2, \dots, X_n \quad (4.1)$$

Допускаємо, що отримані результати не мають грубих і систематичних помилок. Необхідно оцінити точний показник a величини, яка визначається. Для такого оцінювання необхідно:

- навести функцію $\alpha = \alpha(X_1, X_2, \dots, X_n)$, яка забезпечує достатньою близьке наближення до показника a ;
- вказати границі інтервалу $(\alpha - \delta_1, \alpha + \delta_2)$ який із заданою вірогідністю γ

накриває дійсне значення a . Таке оцінювання називається довірчим оцінюванням. Вірогідність γ називається довірчою вірогідністю або надійністю оцінювання. Інтервал $(\alpha - \delta_1, \alpha + \delta_2)$ є довірчим інтервалом, а його границі є довірчими границями. Оцінювання функції $\alpha = \alpha(X_1, X_2, \dots, X_n)$, повинна по можливості бути ефективною і не змінюватися.

Введемо середнє арифметичне значення X результатів і середнє квадратичне відхилення J^* отриманих результатів від їх середнього арифметичного значення X , а також імперичний стандарт J . Запишемо

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}, X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (4.2)$$

$$J^* = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}, \quad (4.3)$$

$$J = J^* \sqrt{\frac{n}{n-1}} = \sqrt{\frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}, \quad (4.4)$$

При наявності однакової точності вимірювань, як точний показник a , величини, що визначається, приймають середнє арифметичне значення результатів

$$a = X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}, a = X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (4.5)$$

Враховується, що випадкові помилки вимірювань підлягають нормальному закону розподілення і оцінювання (4.5) відноситься до точкового оцінювання.

Розглянемо симетричні довірчі оцінювання виду

$$|a - X| < \delta \quad (\delta > 0), \quad (4.6)$$

або

$$|X - \delta| < a < X + \delta, \quad (4.7)$$

де X середній показник (див. 4.2.). Величина δ (точність оцінювання) визначається за заданою довірчою вірогідністю γ (надійність оцінювання). Як правило, γ приймається у вигляді одного з трьох значень: $\gamma = 0,95$; $\gamma = 0,99$; $\gamma = 0,999$.

Якщо відоме середнє квадратне відхилення σ , то довірче оцінювання має вигляд

$$|a - X| < \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (4.8)$$

де n – кількість вимірювань. Значення $t = t(\gamma)$ знаходять за допомогою таблиць. Точність оцінювання δ знаходиться за формулою

$$\delta = \frac{\sigma t}{\sqrt{n}}, \quad (4.9)$$

В експериментах стосовно зварювальних процесів і матеріалознавства, де задіяно вимірювання, допускається, що такі експерименти є незалежними і рівноточними (з однією дисперсією). Похибки вимірювань відносять до випадкових, які розподілені за нормальним законом. Як показник точності вимірювань оцінювання дисперсії надається як середня квадратична похибка $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ при оцінюванні дисперсії σ^2 .

При вимірюванні відомої величини a (наприклад температури), як ефективного оцінювання дисперсії σ^2 використовують квадрат середнього квадратичного відхилення J^* результатів вимірювань від значення a :

$$\sigma^2 = J^{*2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - a)^2. \quad (4.10)$$

При оброблянні результатів експериментів стосовно зварювальних процесів і матеріалознавства мають місце завдання з визначання параметрів функціональної залежності між змінними величинами x і y за формулою $y = f(x)$. Наприклад залежність між зварювальним струмом і тепловідведенням у з'єднаннях, які виготовляються, або між температурним режимом і структурою зварного з'єднання. Наведені завдання вирішуються шляхом використання методу найменших квадратів. При визначанні двох величинами x і y отримують наступні дані:

Таблиця 4.1

x	x_1	x_2	...	x_n
y	y_1	y_2	...	y_n

Також відома функціональна залежність $y = f(a_0, a_1, a_2, \dots, a_m) = \gamma(x)$, де f – задана функція; $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ – параметри, показники яких необхідно визначити. Показники y , при заданих x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) як правило не співпадають з експериментальними показниками y_i , які вказані в табл. 4.1. І тому різниця $y_i - \gamma(x_i)$ відрізняється від нуля для точок x_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Для кожного i цю різницю позначають через ε_i та називають похибкою

$$y_i - \gamma(x_i) = \varepsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4.11)$$

Показники параметрів a_k ($k = 0, 1, 2, \dots, m$) вибирають з урахуванням, щоб сума квадратів похибок була найменшою, тобто щоб функція

$$u = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \gamma(x_i))^2, \quad (4.12)$$

приймала найменший показник. Функція (4.12), яка являє суму квадратів відповідних чисел, є позитивною.

Функція (4.12), в свою чергу, є функцією $m + 1$ змінних $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$

$$u = u(a_0, a_1, \dots, a_m) = \sum_{i=1}^n (x_i, a_0, a_1, \dots, a_m)^2, \quad (4.13)$$

Якщо функція $u(a_0, a_1, \dots, a_m)$ має безперевні часті похідні по всіх змінних, то умова її максимуму виражається системою рівнянь

$$\frac{\partial u}{\partial a_0} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial a_1} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial a_m} = 0. \quad (4.14)$$

Із цієї системи $m + 1$ рівнянь знаходять пошукове значення параметрів (a_0, a_1, \dots, a_m) .

4.3. Матеріал досліджування

Робота проводиться на основі конспекту лекцій та довідкового матеріалу.

4.4. Порядок виконання роботи

1. В журналі для практичних робіт записують назву та мету роботи, а також в стислому вигляді наводять її матеріал.
2. Оформлений звіт стосовно даної роботи студент подає на підпис викладачеві. За матеріалами звіту надаються контрольні питання з метою закріплення студентом набутих знань, а також виявлення рівня їх засвоєння. Відповідно за виконану роботу виставляються оцінки.
3. Звіт повинен містити:
 - а) назву роботи;
 - б) мету роботи;
 - в) короткі теоретичні відомості (відповіді на питання для самоперевірення);
 - г) відповіді на завдання;
 - д) висновки про виконану роботу.

Питання для самоперевіряння

1. Навести сутність методу найменших квадратів.
2. Пояснити наявність середнього квадратичного відхилення отриманих результатів від їх середнього значення.
3. Ваше розуміння дисперсії. Наведіть пояснення.
4. Що являє собою математична модель технологічного процесу?

Рекомендована література: [3, 5, 6].

5. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Завдання № 1

Виконано зварювання дефектів литих корпусів турбін із низьколегованої сталі 15X1M1Ф. Проведено 30 вимірювань твердості за Роквеллом (HRC). Усереднений показник твердості HRC наведено в табл. 5.1. Встановлений показник середньоквадратичного відхилення дорівнює ΔS (табл. 5.1). Розрахувати точність і достовірність експерименту для довірчої вірогідності P_n (табл. 5.1). Числові показники параметрів приймати відповідно до номеру варіанту (табл. 5.1).

Таблиця 5.1.

Номер варіанту	Показник HRC	ΔS	P_n
1	32	2,0	85, 90, 95
2	33	2,1	87, 95, 98
3	34	2,3	84, 92, 96
4	35	2,4	85, 93, 97
5	36	2,5	83, 94, 98
6	37	2,5	82, 95, 99
7	38	2,6	85, 95, 98
8	39	2,6	86, 97, 99
9	40	2,7	80, 92, 95
10	41	2,8	81, 93, 96
11	42	2,9	90, 95, 98
12	43	3,0	92, 97, 99

Завдання № 2

Пропонується нова методика визначання шкідливих домішок в металі зварного шва. За запропонованою методикою виконано m_2 вимірювань з точністю, яка відповідає дисперсії S_2^2 . Штатна методика забезпечувала при m_1 вимірювань показник дисперсії S_1^2 . Визначити точність запропонованої методики та порівняти отриману точність з аналогічним показником штатної технології. Числові дані наводяться в табл. 5.2.

Таблиця 5.2.

Номер варіанту	S_1^2	N_1	S_2^2	N_2
1	0,0193	10	0,0091	7
2	0,0154	7	0,0083	5
3	0,0160	8	0,0077	6
4	0,0121	11	0,0084	7
5	0,0093	9	0,0062	5
6	0,0088	8	0,0054	6
7	0,0204	10	0,0195	7
8	0,0230	11	0,0148	8
9	0,0169	9	0,0081	7
10	0,0201	10	0,0101	8
11	0,0237	9	0,0124	7
12	0,0184	8	0,0073	6

Методичні вказівки до виконання контрольних робіт

Контрольна робота виконується в паперовому або і електронному варіантах. При вирішуванні завдань наводяться формули та дається посилання на джерела інформації, які використовувалися. На титульному аркуші наводиться

назва дисципліни, номер контрольної роботи, прізвище, ім'я, та по-батькові студента, курс, група, дата. Контрольна робота підписується студентом і надсилається електронною поштою викладачу або надається йому в паперовому вигляді. Терміни виконання роботи передбачено графіком навчального процесу.

Додаток 1

Розподілення Стьюдента $t = t_{\alpha}(f)$.

Число ступенів свободи	Рівні значимості α				
	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	6,31	12,71	31,82	63,66	632,62
2	2,92	4,30	6,97	9,93	31,60
3	2,36	3,18	4,54	5,84	12,94
4	2,13	2,78	3,75	4,60	8,61
5	2,02	2,57	3,37	4,03	6,86
6	1,94	2,45	3,14	3,71	5,96
7	1,90	2,37	3,00	3,50	5,41
8	1,86	2,31	2,90	3,36	5,04
9	1,83	2,26	2,82	3,25	4,78
10	1,81	2,23	2,75	3,17	4,59
11	1,80	2,20	2,72	3,11	4,44
12	1,78	2,18	2,68	3,06	4,32
13	1,77	2,16	2,65	3,01	4,22
14	1,76	2,15	2,62	2,98	4,14
15	1,75	2,13	2,60	2,95	4,04
16	1,76	2,12	2,58	2,92	4,02
17	1,74	2,11	2,57	2,90	3,97
18	1,73	2,10	2,55	2,88	3,92
19	1,73	2,09	2,54	2,86	3,88
20	1,73	2,09	2,53	2,85	3,85
40	1,68	2,02	2,42	2,70	3,55

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Білуха М. Т. Методологія наукових досліджень [Електронний ресурс] : підручник / М. Т. Білуха. – Київ : АБУ, 2002. – 480 с. – Електрон. версія друк вид. – Режим доступу : http://dl.khadi.kharkov.ua/pluginfile.php/43108/mod_resource/content/1/1bilukha_mt_osnovi_naukovikh_doslidzhen.pdf
2. Колесник М. Ф. Експериментальні дослідження в металургії [Електронний ресурс]. Підручник / М. Ф. Колесник, О. Г. Кириченко. – Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя : ЗДІА, 2014. – 352 с. – Електрон. версія друк вид. – Режим доступу : <https://www.twirpx.com/file/1569248/>
3. Надикто В. Т. Основи наукових досліджень [Електронний ресурс]. Підручник / В. Т. Надикто. – Мелітополь : 2015. – 202 с. – Електрон. версія друк вид. – Режим доступу : <https://www.twirpx.com/file/3304906/>
4. Пилипчук М. І. Основи наукових досліджень [Електронний ресурс] : підручник / М. І. Пилипчук, А. С. Григор'єв, В. В. Шостак. – Київ : Знання, 2007. – 270 с. – Електрон. версія друк вид. – Режим доступу :
5. Романчиков В. І. Основи наукових досліджень [Електронний ресурс]. Навч. посіб. / В. І. Романчиков. – Київ : Центр учбової літератури, 2007. – 254 с. – Електрон. версія друк вид. – Режим доступу : https://library.udpu.edu.ua/library_files/425969.pdf
6. Чкалова О.Н. Основи наукових досліджень [Текст] / О. Н. Чкалова. – Київ : Вища шк., 1998. – 120 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <http://www.twirpx.com/>
2. <https://studfiles.net/>

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	7
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	9
Практична робота 1. ВИБИРАННЯ НАПРЯМУ, ПЛАНУВАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ	10
1.1. Мета роботи	10
1.2. Основні положення	10
1.3. Матеріал досліджування	14
1.4. Порядок виконання роботи	14
Практична робота 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖУВАНЬ	16
2.1. Мета роботи	16
2.2. Основні положення	16
2.3. Матеріал досліджування	20
2.4. Порядок виконання роботи	20
Практична робота 3. ВИЯВЛЕННЯ МОЖЛИВИХ ПОМИЛОК В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖУВАННЯХ	22
3.1. Мета роботи	22
3.2. Основні положення	22
3.3. Матеріал досліджування	25
3.4. Порядок виконання роботи	25

Практична робота 4. ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА, ЯКИЙ ВИЗНАЧАЄТЬСЯ	27
4.1. Мета роботи	27
4.2. Основні положення	27
4.3. Матеріал досліджування	31
4.4. Порядок виконання роботи	31
5. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ	33
ДОДАТОК 1	36
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	37
ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ	37

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання практичних робіт

з дисципліни «Основи наукових досліджень»

для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та
132 «Матеріалознавство» освітньо-професійних(наукових) програм
«Зварювання та споріднені процеси і технології» та «Прикладне
матеріалознавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн матеріалів»
другого (магістерського) рівня вищої освіти денної
та дистанційної форм навчання
закладів вищої освіти

Укладачі : ДМИТРИК Віталій Володимирович
 СУББОТІНА Валерія Валеріївна
 КАСЬЯНЕНКО Ігор Вікторович

Відповідальний за випуск *проф. Валерія Субботіна*

Роботу до видання рекомендувала *проф. Ольга Пономаренко*.

Комп'ютерна верстка *Г. А. Федоренко*

В авторській редакції

План 2024 р., поз.

Підписано до друку . .2024. Формат 60x84 1/16. Папір офсетний

Riso-друк. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк.

Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХП».

вул. Кирпичова, 2, м. Харків-2, 61002

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Електронна версія