



## Науково-дослідна практика

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Освітньо-наукова Матеріалознавство</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/змішана/заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>9 кредитів ECTS, 270 годин СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік /Захист звітів</i>
Розклад занять	<i>Протягом 6 тижнів згідно графіку навчального процесу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Куратор практики від кафедри ФМТО: <i>к.т.н., доцент Бурмак Андрій Петрович</i> Куратор практики від кафедри ВТМ та ПМ: <i>зав. каф. ВТМ та ПМ Богомол Юрій Іванович</i> Керівник науково-дослідної практики: <i>наукові керівники магістерської дисертації здобувачів вищої освіти</i>
Розміщення курсу	

#### Програма навчальної дисципліни

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

*Науково-дослідна практика є завершальним етапом навчання здобувачів вищої освіти за освітньо-науковою програмою підготовки другого (магістерського) рівня вищої освіти і відбувається після закінчення повного теоретичного курсу, передбаченого навчальними планами спеціальності 132 Матеріалознавство.*

*В процесі проходження науково-дослідної практики здобувачі вищої освіти одержують знання щодо сучасних методів, форм та засобів проведення наукових досліджень і, як наслідок, формування професійних умінь і навичок.*

***Метою** проходження науково-дослідної практики є формування та розвиток у студентів таких загальних та фахових компетентностей:*

- *Здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.*

## Науково-дослідна практика

- Здатності застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатності розробляти та управляти проєктами.
- Здатності працювати автономно.
- Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- Здатності виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення.
- Здатності планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.
- Здатності розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються.
- Здатності до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах).
- Здатність розуміти та використовувати математичні та числові методи моделювання властивостей, явищ та процесів.
- Здатності зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань матеріалознавства і дотичних проблем до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, що навчаються.
- Здатності обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.
- Здатності організовувати та здійснювати комплексні випробування матеріалів і виробів.
- Здатності застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів та виробів.
- Здатність розробляти і вдосконалювати методи і методики матеріалознавчих досліджень.
- Здатність використовувати знання наукових засад міцності та руйнування для аналізу та прогнозування механічної поведінки матеріалів, у тому числі, композиційних та наноструктурованих.
- Здатність застосовувати наукові основи нанотехнологій для створення та використання наноматеріалів.
- Здатність використовувати закони термодинаміки та кінетики фазових і хімічних перетворень, масопереносу для розробки технологічних процесів виробництва матеріалів.
- Здатність застосовувати методи термодинамічних розрахунків для прогнозування фазових та хімічних перетворень в матеріалах і системах.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми після проходження науково-дослідної практики студенти мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

- Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.
- Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі.
- Вільно спілкуватись державною та англійською мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері матеріалознавства та ширшого кола інженерних питань, презентації результатів досліджень та інноваційних проєктів.

## Науково-дослідна практика

- Застосовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач матеріалознавства.
- Приймати ефективні рішення в нових ситуаціях або непередбачуваних умовах з урахуванням їх можливих наслідків, оцінювати і порівнювати альтернативи, оцінювати технічні, економічні, екологічні та правові ризики.
- Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження як під керівництвом так і самостійно.
- Розробляти та реалізовувати проекти у сфері матеріалознавства та дотичних до матеріалознавства міждисциплінарних напрямів, визначати цілі та потрібні ресурси, планувати роботи, організовувати роботу колективу виконавців, здійснювати захист інтелектуальної власності.
- Застосовувати методи LCA-аналізу (Life cycle assessment), еко-аудиту, підходів стійкого розвитку під час розробки нових матеріалів та впровадження нових технологій.
- Навички презентації наукового матеріалу та аргументів для добре інформованої аудиторії.
- Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.
- Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.
- Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.
- Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів.
- Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.
- Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів та виробів.
- Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.
- Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання.
- Розробляти і застосовувати новітні методи і методики досліджень матеріалів та процесів в галузі матеріалознавства з урахуванням особливості проблем, що вирішуються
- Застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем матеріалознавства
- Аналізувати та прогнозувати характер стійкості та руйнування матеріалів.
- Знати основи нанотехнологій для створення та використання наноматеріалів.
- Уміти застосовувати термодинамічний аналіз діаграм стану для прогнозування фазових рівноваг та перетворень
- Уміти користуватись спеціальним програмним забезпеченням для термодинамічних розрахунків
- Уміти ідентифікувати зв'язки мікроструктури з властивостями матеріалів на основі натурних експериментів та комп'ютерних симуляцій

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

Науково-дослідна практика проходить у четвертому семестрі підготовки за освітньо-навковою програмою другого (магістерського) рівня вищої освіти. Для успішного проходження науково-дослідної практики, здобувач повинен оволодіти нормативними освітніми компонентами, вивчення яких передбачено навчальним планом.

Дисципліна забезпечує розширення інженерного кругозору в галузі матеріалознавства та інженерії матеріалів, чим формує заключний набір компетентностей та інтегральну компетентність. Результати науково-дослідної практики безпосередньо використовуються у виконанні та оформленні магістерської дисертації.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Здобувач вищої освіти проходить науково-дослідну практику в одному з підрозділів установи чи підприємства, профілі робіт яких відповідають завданню науково-дослідної практики та темі магістерської дисертації здобувача і визначають її зміст. Під час науково-дослідної практики здобувач бере участь у роботі відділу чи підрозділу (наукові семінари, засідання тощо), виконує завдання адміністрації і підпорядковується внутрішньому розпорядку установи. Кожного дня робиться відмітка у відповідних журналах про час перебування на практиці.

До проходження науково-дослідної практики здобувач допускається після загального інструктажу з техніки безпеки, ознайомлення з правилами внутрішнього розпорядку установи і оформлення відповідних документів.

Розподіл часу науково-дослідної практики визначається керівником від університету таким чином, щоб забезпечити оптимальні умови для збирання і підготовки матеріалів, потрібних для виконання магістерської дисертації. Орієнтовний розподіл часу під час проведення науково-дослідної практики в наукових установах наведено в таблиці:

Витрати часу	Годин
Оформлення пропусків. Інструктаж з техніки безпеки та правил внутрішнього розпорядку	8-12
Ознайомлення з відділами / підрозділами установи, системою управління установою	16-24
Літературний пошук; патентні дослідження; робота з документами	40-48
Виконання індивідуального завдання	146-168
Оформлення звіту	24-32
Захист звіту про проходження науково-дослідної практики	8
<b>Всього</b>	<b>270</b>

Реальний розподіл часу та зміст індивідуального завдання формується керівником науково-дослідної практики від університету та відображається у щоденнику проходження науково-дослідної практики.

Під час науково-дослідної практики студент має з'ясувати основні напрями діяльності установи та підрозділу, де проходить практику, організаційну структуру і взаємодію з іншими установами та відділами/підрозділами. Завдання, що вирішуються відділом, основні досягнення і перспективи подальшого розвитку.

Під час науково-дослідної практики студент має засвоїти:

- методи дослідження й проведення експериментальних робіт;
- правила експлуатації дослідницького устаткування;

## Науково-дослідна практика

- методи аналізу та обробки експериментальних даних, фізичні й математичні моделі процесів і явищ щодо об'єкта, що досліджується, програмні продукти;
- вимоги до оформлення науково-технічної документації;

Виконати:

- теоретичні або експериментальні дослідження в рамках поставлених завдань, включаючи математичний (імітаційний) експеримент;
- аналіз достовірності отриманих результатів;
- порівняння результатів дослідження об'єкта розробки з вітчизняними і закордонними аналогами;
- аналіз наукової та практичної значущості проведених досліджень, а також техніко-економічної ефективності розробки.

Окрім того, студент має скласти (доповнити) перелік літератури за заданою темою, переважно виданої не пізніше останніх 10 років. Провести патентний пошук (патентну експертизу). Опрацювати літературу та провести її критичний аналіз (скласти літературний огляд) і сформулювати техніко-економічне (наукове) обґрунтування доцільності вибраного напрямку досліджень.

Обґрунтувати вибір методики досліджень, лабораторного устаткування та приладів для виконання роботи за темою магістерської дисертації. Розробити план експериментів. Засвоїти правила і засоби техніки безпеки під час роботи з устаткуванням лабораторії, небезпечними речовинами, захист від теплових та іонізуючих випромінювань, заходи протипожежної безпеки. Провести екологічну оцінку технологій, що є об'єктами досліджень та умов забезпечення життєдіяльності колективу.

Індивідуальне завдання під час науково-дослідної практики пов'язане з темою магістерської дисертації і може мати вигляд науково-дослідного, дослідно-конструкторського або проектно-конструкторського компоненту.

У випадку проектно-конструкторського компоненту може бути завдання із розроблення конструкції дослідної установки, проект цеху по виготовленню виробів з порошкових та композиційних матеріалів, нанесення покриттів, де буде впроваджуватись технологія, яка розробляється під час виконання магістерської дисертації, система автоматизації вимірювань, управління, оброблення даних, отриманих під час виконання досліджень.

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### Законодавчі та нормативні документи:

1. Закон України «Про вищу освіту» [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>].
2. Положення про порядок проведення науково-дослідної практики здобувачів вищої освіти КПІ ім. Ігоря Сікорського [<https://osvita.kpi.ua/node/184>].
3. Методичні рекомендації з питань організації науково-дослідної практики студентів та складання робочих програм науково-дослідної практики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» [Текст] / Уклад.: Н. М. Лапенко, І. Л. Співак, І. В. Федоренко, О. М. Шаповалова ; за заг. ред. П. М. Яблонського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 29 с.
4. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення [Текст] : ДСТУ 3008-95. – Чинний з 1996-01-01. – Київ : Держстандарт України, 1996. – 39 с. – (Національний стандарт України).
5. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання [Текст] : (ГОСТ 7.1-2003, idt) : ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. – Чинний з 2007-07-01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. – 47 с. – (Національний стандарт України)

**Базові:**

1. *Магістерська дисертація за освітньо-науковою програмою. Вимоги до виконання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство» за освітньою програмою “Нанотехнології та комп’ютерний дизайн матеріалів” / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А. М. Степанчук, П. І. Лобода. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,42 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 43 с. – Назва з екрана. – Режим доступу : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41411>.*

**Додаткові:**

1. *Неорганическое материаловедение : энциклопед. изд. : в 2 т. / под ред. Г. Г. Гнесина, В. В. Скорохода. – Киев : Наук. думка, 2008.*
2. *Степанчук А. М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів : навч. посіб. / А. М. Степанчук. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 336 с.*
3. *Степанчук А. М. Матеріали для напилювання покриттів : навч. посіб. / А. М. Степанчук, І. І. Білик. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 226 с.*
4. *Журнали:*
  - *Порошкова металургія;*
  - *Металознавство та обробка металів;*
  - *Проблеми тертя та зношування;*
  - *Успіхи матеріалознавства;*
  - *Наноструктурне матеріалознавство;*
  - *Наукові вісті НТУУ “КПІ”;*
  - *Надтверді матеріали;*
  - *Journal of Alloys and Compounds;*
  - *Int. Journal of Refractory Metals and Hard Materials Metal;*
  - *Bull. Jap. Inst. Metals;*
  - *J. Less-Common Met.;*
  - *J. Alloys and Compounds Material Chem. Phys.;*
  - *J. Jap. Soc. Powder and Powder Metal;*
  - *Modern Developments in powder metallurgy.*

**Навчальний контент**

**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Під час проходження науково-дослідної практики добувачі вищої освіти мають практично оволодіти матеріалом за напрямками, передбаченими у щоденнику проходження науково-дослідної практики та індивідуальним завданням.*

**Порядок ведення і оформлення щоденника**

*Щоденник заповнюється студентом особисто, крім розділів відгуку про роботу студента на практиці.*

*Порядок ведення та оформлення щоденника має відповідати вимогам наведеним нижче: 1) Щоденник є основним документом студента під час проходження практики, в якому студент веде короткі записи про виконання програми практики та індивідуального завдання; 2) Для студентів, що проходять практику за межами м. Києва, щоденник (або посвідчення про*

відрядження) є фінансовим документом для звіту за витрату отриманих коштів на практику; 3) Раз на тиждень студент зобов'язаний подати щоденник на перегляд керівникам практики від університету та підприємства; 4) Після закінчення практики щоденник і звіт мають бути переглянуті керівниками практики і підписані; 5) Оформлений щоденник разом із звітом студент повинен здати на кафедру. Без заповненого і затвердженого щоденника практика не зараховується.

#### **Індивідуальні завдання**

Індивідуальне завдання на практику повинне бути логічно пов'язане з темою дипломного проекту чи роботи студента і формується до початку практики, але в деяких випадках, може уточнюватись або змінюватись в період проходження практики, за умови узгодження із керівниками практики від ВНЗ. Лекції та консультації під час практики. У період практики студенту можуть бути прочитані лекції чи надані консультації з метою поглибленої розробки індивідуального завдання та підвищення рівня теоретичної та практичної підготовки. Теоретичні заняття проводяться не обов'язково у вигляді лекцій. З урахуванням особливостей практики це можуть бути консультації практичного характеру, бесіди і тощо.

### **Політика та контроль**

#### **6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування усіх передбачених заходів з дотриманням правил внутрішнього розпорядку установи, участь у робочих заходах – семінарах, нарадах, тощо.
- Причини відсутності студента на робочому місці, його неучасть у заході аналізуються керівником науково-дослідної практики в індивідуальному порядку.
- Підготовка звітів з кожного компоненту науково-дослідної практики – організаційного, науково-практичного, індивідуального завдання. Включення їх у заключний звіт з науково-дослідної практики.
- Як учасник освітнього процесу здобувач вищої освіти в процесі науково-дослідної практики має керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

#### **7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання індивідуального плану студента.

**Семестровий контроль:** залік.

Умовою допуску здобувачів ВО до семестрового контролю є оформлений щоденник та звіт з науково-дослідної практики.

Результати науково-дослідної практики оцінюються диференційовано за виконання усіх завдань та оформлення підсумкового звіту:

- Розділ організаційний (структура, система управління) – максимум 15 балів.
- Розділ науково-практичний (літературний пошук; патентні дослідження; робота з документами) – максимум 30 балів.
- Розділ індивідуального завдання – максимум 35 балів.
- Оформлення та захист звіту – максимум 20 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

### 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

*Враховуючи застосування дистанційної форми навчання, пов'язане з протиепідемічними заходами та введенням режиму військового стану, правила проведення науково-дослідної практики може бути змінено.*

*Відповідно до Положення про порядок проведення науково-дослідної практики здобувачів вищої освіти КПІ ім. Ігоря Сікорського та з метою урегулювання питань проведення науково-дослідної практики рішенням Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського передбачено наступні заходи, що відповідають ситуації:*

- *науково-дослідна практика, яка передбачає її проходження на базі підприємств, установ або організацій, може бути проведена дистанційно або безпосередньо на території підприємства, організації або установи за заявою повнолітнього здобувача за умови, якщо база науково-дослідної практики розташована максимально наближено до місця його проживання;*
- *рішення про форму проведення всіх видів науково-дослідної практики приймає випускова кафедра.*

*У разі необхідності проведення науково-дослідної практики в дистанційному режимі, що може виникнути також в результаті непередбачуваних обставин, кафедра забезпечує відповідним обставинам організацію і проведення науково-дослідної практики.*

*У цьому випадку питання організації і проведення науково-дослідної практики здійснюється кафедрою високотемпературних матеріалів та порошкової металургії у такому порядку:*

1. *Відповідно до обставин на засіданні кафедри завчасно приймається рішення про форму проведення науково-дослідної практики і термінів проходження її студентами з можливим корегуванням навчального плану.*
2. *У Telegram створюється група із відповідною назвою, наприклад, "Науково-дослідна практика. ФН-21мн", до якої, окрім здобувачів вищої освіти та відповідального за практику від кафедри, залучені керівники магістерських дисертацій.*
3. *В телеграм групі розміщують Програму науково-дослідної практики і бланк Щоденника науково-дослідної практики*
4. *Дату початку і терміни проходження науково-дослідної практики здобувачам вищої освіти повідомляє завчасно за 1–1,5 тижні відповідальний за практику оголошенням у телеграм-групі.*
5. *Для проведення організаційних зборів і контролю проходження науково-дослідної практики використовується ресурс GoogleMeet. В телеграм-групі повідомляється дата і час проведення організаційних зборів студентів з питань проведення науково-дослідної практики та адреса відео-конференції.*
6. *На організаційних зборах до студентів доводиться інформація щодо:*
  - *мети, змісту і форми організації науково-дослідної практики;*
  - *керівництва практикою і атестаційною роботою;*
  - *тривалості науково-дослідної практики, дати завершення і попереднього захисту звітів з науково-дослідної практики;*
  - *роботі над матеріалами звіту, його структурою;*
  - *необхідності дотримання вимог чинних державних стандартів України щодо оформлення звітів і бібліографічних джерел посилань.*



## Науково-дослідна практика

7. Керівники магістерських дисертацій формулюють тему індивідуального завдання і надають її здобувачам вищої освіти у день проведення організаційних зборів.
8. За період науково-дослідної практики здобувачі вищої освіти повинні ознайомитись зі структурою місця проходження науково-дослідної практики і напрямками роботи його підрозділів (лабораторій, відділень, цехів), технологічними процесами і обладнанням підрозділів, дослідницьким обладнанням та методиками роботи на ньому, а також виконати індивідуальне завдання науково-дослідної практики. При цьому для кращого розуміння як технологічних процесів так і знання приладів і обладнання по темі індивідуального завдання пропонується використання відповідних відеоматеріалів, зокрема матеріалів розміщених за посиланням <https://youtu.be/31axdiYavPQ> тощо.
9. За результатами проходження науково-дослідної практики студенти складають звіт і заповнюють щоденник.
10. Дата, час, порядок і посилання на відео-конференцію проведення захисту звітів у дистанційному режимі повідомляється здобувачам вищої освіти за 3–4 дні до завершення науково-дослідної практики у телеграм-групі.
11. Термін подання щоденника науково-дослідної практики і звіту до захисту – не пізніше наступного тижня після закінчення науково-дослідної практики за графіком навчального процесу.
12. Оформлений щоденник науково-дослідної практики із відгуком керівника науково-дослідної практики і перевірений та підписаний керівником звіт з науково-дослідної практики надсилається відповідальному за практику від кафедри керівником атестаційної роботи здобувача вищої освіти.
13. На захист також надається остаточно сформульована і погоджена з керівником тема атестаційної роботи здобувача вищої освіти.
14. Захист звіту здійснюється перед комісією, до якої входять 2–3 викладачі кафедри і склад якої затверджено на засіданні кафедри.
15. Для захисту звіту з науково-дослідної практики в режимі відео-конференції застосовується мультимедійна презентація, в якій представлені основні питання науково-дослідної практики.
16. Незадовільна оцінка за результатами захисту звіту або неподання оформленого за відповідними вимогами звіту до захисту у встановлені терміни розглядаються як академічна заборгованість, яка дає право для застосування відповідних адміністративних стягнень аж до відрахування із університету.
17. Щоденник і звіт з науково-дослідної практики у паперовому вигляді здаються здобувачами вищої освіти після захисту відповідальному за практику від кафедри.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

#### **Складено:**

професор кафедри Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, к.т.н., професор, Степанчук Анатолій Миколайович

доцент кафедри Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, к.т.н., доцент, Степанов Олег Васильович

доцент каф. Фізичного матеріалознавства та термічної обробки, к.т.н., доцент Бурмак Андрій Петрович

**Ухвалено** кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 16 від 22 липня 2023 р.)

кафедрою ФМТО (протокол № 12 від 22 липня 2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 12/23 від 28 червня 2023 р.)