

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені Ігоря Сікорського»

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

КПІ ім. Ігоря Сікорського

(протокол № 8 від 12.12.2022 р.)

Голова Вченої ради

Михайло ІЛЬЧЕНКО



**ІНЖИНІРИНГ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ  
МОДЕЛЮВАННЯ В МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ**  
*ENGINEERING AND COMPUTER SIMULATION IN  
MATERIALS SCIENCE*

**ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА**  
другого (магістерського) рівня вищої освіти

за спеціальністю	132 Матеріалознавство
галузі знань	13 Механічна інженерія
кваліфікація	Магістр з матеріалознавства

Введено в дію з 2023/2024 навч. року  
наказом ректора КПІ ім. Ігоря  
Сікорського

від 17.05.2023 р. № НОЧ/185/2023

## ПРЕАМБУЛА

### РОЗРОБЛЕНО проєктною групою:

*Керівник проєктної групи:*

*Карнець Мирослав Васильович, д. ф.-м. н, професор, завідувач кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки*

*Члени проєктної групи:*

*Волошко Світлана Михайлівна, д. ф.-м. н, професор кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки*

*Бобіна Марина Миколаївна, к. т. н, доцент кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки;*

*Аришук Марина Віталіївна, к. т. н, доцент кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки;*

*Конорев Сергій Ігорович, к. т. н, доцент кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки.*

### ПОГОДЖЕНО:

Науково-методичною комісією КПП ім. Ігоря Сікорського зі спеціальності  
132 Матеріалознавство

Голова НМКУ 132

 Петро ЛОБОДА

(протокол № 3 від « 29 » 11 20 22 р.)

Методичною радою КПП ім. Ігоря Сікорського

Голова Методичної ради

 Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

(протокол № 3 від « 01 » 12 20 22 р.)

### ВРАХОВАНО:

- вимоги нормативних документів Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти;
- рекомендацій щодо оновлення освітніх програм (додаток до наказу КПП ім. Ігоря Сікорського "Про вдосконалення освітніх програм першого (бакалаврського) рівня вищої освіти");
- побажання та зауваження з відгуків та рецензій;
- результати обговорень зі студентами та аспірантами;
- результати обговорень з роботодавцями;
- результати обговорень на засіданнях кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки;
- результати обговорень на засіданнях НМКУ 132.

## ЗМІСТ

1. ПРОФІЛЬ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ .....	4
2. ПЕРЕЛІК КОМПОНЕНТ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ .....	9
3. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ .....	10
4. ФОРМА ВИПУСКНОЇ АТЕСТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ .....	11
5. МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ .....	12
6. МАТРИЦЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ВІДПОВІДНИМИ КОМПОНЕНТАМИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ .....	13

# 1. ПРОФІЛЬ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

## зі спеціальності 132 Матеріалознавство

<b>1 – Загальна інформація</b>	
Повна назва ЗВО та інституту/факультету	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Інститут матеріалознавства та зварювання імені Є. О. Патона
Ступінь вищої освіти та назва кваліфікації	Ступінь ВО – магістр Освітня кваліфікація – магістр з матеріалознавства
Цикл/рівень ВО	НРК України – 7 рівень QF-EHEA – другий цикл EQF-LLL – 7 рівень
Офіційна назва освітньої програми	Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві
Тип диплому та обсяг освітньої програми	Диплом магістра, одиничний, 90 кредитів ЄКТС, термін навчання 1 рік, 4 місяці
Наявність акредитації	Сертифікат про акредитацію серія НД № 1192552 виданий Міністерством освіти і науки України 25.09.2017 р. Термін дії сертифіката до 01.07.2023 р.
Передумови	Наявність ступеня бакалавра
Мова(и) викладання	Українська/англійська
Термін дії освітньої програми	До наступної акредитації
Інтернет адреса постійного розміщення освітньої програми	<a href="https://osvita.kpi.ua/">https://osvita.kpi.ua/</a> розділ «Освітні програми» <a href="https://kpm.kpi.ua/osvitnya-diyalnist/">https://kpm.kpi.ua/osvitnya-diyalnist/</a>
<b>2 – Мета освітньої програми</b>	
Підготовка фахівців, здатних розв'язувати складні спеціалізовані та практичні задачі в галузі матеріалознавства, у сфері інженерії та здійснювати інноваційну професійну діяльність. Мета освітньої програми відповідає стратегії розвитку КПІ ім. Ігоря Сікорського на 2020-2025 роки ( <a href="https://data.kpi.ua/sites/default/files/files/2020-2025-strategy.pdf">https://data.kpi.ua/sites/default/files/files/2020-2025-strategy.pdf</a> )	
<b>3 – Характеристика освітньої програми</b>	
Предметна область	<p><b>Об'єкт:</b> явища та процеси, пов'язані з формуванням структури та властивостей металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів, технологіями їх виготовлення, обробки, експлуатації та атестації.</p> <p><b>Цілі навчання:</b> підготовка фахівців, здатних ефективно виконувати професійну діяльність, що передбачає розв'язання складних задач та проблем, пов'язаних з розробкою, дослідженням, застосуванням, виробництвом, обробкою та випробуванням сучасних матеріалів та виробів на їх основі.</p> <p><b>Теоретичний зміст предметної області:</b> створення і застосування нових матеріалів, вплив умов отримання та різноманітних факторів (температура, тиск, опромінювання, середовище, умови використання тощо) на їх структуру, фізичні, хімічні, технологічні, експлуатаційні та функціональні властивості, методи управління властивостями матеріалів.</p> <p><b>Методи, методики та технології:</b> методи прогнозування, теоретичні та експериментальні методи матеріалознавчих досліджень, зокрема математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів. Технології виготовлення, обробки, керування</p>

	<p>структурою та властивостями матеріалів, виготовлення виробів з них.</p> <p>Сучасні методи та технології організаційного, інформаційного, маркетингового, правового забезпечення виробництва та наукових досліджень.</p> <p><b>Інструменти та обладнання:</b> обладнання для дослідження хімічного та фазового складу, структури та тонкої структури, механічних, фізичних, технологічних та функціональних властивостей матеріалів, механічної та термічної обробки. Спеціалізоване програмне забезпечення.</p>
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна
Основний фокус освітньої програми та спеціалізації	<p>Спеціальна освіта в галузі матеріалознавства з можливістю набуття необхідних компетентностей для подальшої професійної діяльності в сфері інженерії матеріалів, пов'язаній зі складом, структурою, властивостями, технологіями виготовлення, дослідження, експлуатації та утилізації.</p> <p><i>Ключові слова:</i> матеріал; наноматеріал; матеріалознавство; хімічний склад; структура; властивості; дослідження; аналіз; синтез; комп'ютерне моделювання; технології; нанотехнології; інженерія матеріалів; функціональні матеріали.</p>
Особливості програми	<p>Можливість навчання не тільки українською, а й англійською мовою забезпечує умови для реалізації міжнародної мобільності у провідних університетах світу.</p> <p>Поглиблена фундаментальна підготовка та міждисциплінарне спрямування змісту освітніх компонентів є ефективним підґрунтям для реалізації концепції “навчання впродовж життя” та дозволяють швидко адаптуватися до змін у професійній діяльності, що є запорукою високої конкурентоспроможності фахівців.</p> <p>Опанування сучасних інформаційних технологій, в тому числі математичного та імітаційного комп'ютерного моделювання, використання сучасних програмних середовищ дозволяють здійснювати комп'ютерну інженерію нових матеріалів.</p> <p>Участь здобувачів ВО у студентських наукових гуртках закладає наукові основи для подальшого виконання ними міжнародних та стартап-проектів, підсилює їх практичну підготовку.</p> <p>Набуття практичних навичок інжинірингу в галузі матеріалознавства, експериментальних досліджень з використанням високотехнологічного дослідницького обладнання (лабораторії електронної мікроскопії, рентгеноструктурного аналізу, мас-спектрометрії та ін.), практика на промислових підприємствах (ДП “Антонов”, ДАХК «АРТЕМ» та ін.), залучення фахівців та ресурсів провідних установ НАН України (ФТІМС, ІМФ ім. Г.В. Курдюмова, ІПМ ім. І.М. Францевича, ІЕЗ ім. Є.О. Патона та ін.) дозволяють сформувати компетентності, необхідні для успішної професійної і інноваційної діяльності в галузі матеріалознавства.</p>
<b>4 – Придатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання</b>	
Придатність до працевлаштування	<p>Випускники можуть займати посади (відповідно до Класифікатора професій України ДК 003:2010)</p> <p>2149.2 Інженери (галузь матеріалознавство)</p> <p>2310.2 Інші викладачі університетів та вищих навчальних закладів.</p>

Подальше навчання	Продовження навчання на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти та/або набуття додаткових кваліфікацій в системі освіти дорослих.
<b>5 – Викладання та оцінювання</b>	
Викладання та навчання	Лекції, практичні та семінарські заняття, комп'ютерні практикуми і лабораторні роботи, курсові роботи, індивідуальні завдання, самостійна робота студента, технологія змішаного навчання, практики і екскурсії, виконання наукових досліджень та магістерської дисертації.
Оцінювання	Відповідно до рейтингової системи, оцінюють усні та письмові екзамени, заліки, контрольні роботи, результати індивідуальних завдань, захист курсових робіт та магістерської дисертації.
<b>6 – Програмні компетентності</b>	
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми з матеріалознавства у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог KI.01
<b>Загальні компетентності (КЗ)</b>	
КЗ.01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтез.
КЗ.02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
КЗ.03	Здатність розробляти та управляти проектами.
КЗ.04	Здатність спілкуватися іноземною мовою.
КЗ.06	Здатність працювати автономно.
КЗ.07	Здатність працювати в команді.
КЗ.08	Здатність у міжнародному контексті.
КЗ.09	Прагнення до збереження навколишнього середовища.
<b>Спеціальні (фахові) компетентності (СК)</b>	
СК.01	Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення.
СК.02	Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.
СК.03	Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.
СК.04	Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються.
СК.05	Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах).
СК.06	Здатність розуміти та використовувати математичні та числові методи моделювання властивостей, явищ та процесів.
СК.07	Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог.
СК.08	Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань матеріалознавства і дотичних проблем до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, що навчаються.
СК.09	Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.
СК.10	Здатність організувати та здійснювати комплексні випробування матеріалів і виробів.

СК.11	Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів та виробів
СК.12	Здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері матеріалознавства, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.
СК.13	Здатність розробляти та моделювати нові та вдосконалювати діючі технології термічної, хіміко-термічної, променевої обробок для забезпечення необхідних властивостей виробів.
СК.14	Здатність розробляти програми впровадження нової техніки, організаційно-технічних заходів для своєчасного освоєння виробничих потужностей.
СК.15	Здатність здійснювати контроль за роботою обладнання, за станом складної і точної апаратури і правильним користуванням нею.
СК.16	Здатність на основі аналізу поставленої задачі по дослідженню матеріалів, виробів та покриттів з них вибрати необхідні методи, методики та апаратний комплекс.
СК.17	Здатність здійснювати експертні дослідження зруйнованих виробів, складати заключення (технічні звіти) та розробляти пропозиції щодо підвищення надійності та довговічності виробів.

### 7 – Програмні результати навчання

РН 1	Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.
РН 2	Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі.
РН 3	Вільно спілкуватися 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 проектів.
РН 4	Застосовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач матеріалознавства.
РН 5	Приймати ефективні рішення в нових ситуаціях або непередбачених умовах з урахуванням їх можливих наслідків, оцінювати і порівнювати альтернативи, оцінювати технічні, економічні, екологічні та правові ризики.
РН 6	Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження під як під керівництвом, так і самостійно.
РН 7	Розробляти та реалізовувати проекти у сфері матеріалознавства та з дотичних до матеріалознавства міждисциплінарних напрямів, визначати цілі та потрібні ресурси, планувати роботи, організувати роботу колективу виконавців, здійснювати захист інтелектуальної власності.
РН 8	Уміти застосовувати методи захисту об'єктів інтелектуальної власності, створених в ході професійної (науково-технічної) діяльності.
РН 9	Застосовувати методи LCA-аналізу, еко-аудиту, підходів стійкого розвитку під час розробки нових матеріалів та впровадження нових технологій.
РН 10	Навички презентації наукового матеріалу та аргументів для добре інформованої аудиторії.
РН 11	Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.
РН 12	Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.
РН 13	Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.
РН 14	Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів.

PH 15	Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.
PH 16	Здатність ефективно використовувати на практиці теоретичні концепції менеджменту та ділового адміністрування.
PH 17	Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.
PH 18	Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.
PH 19	Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання.
PH 20	Уміти доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань матеріалознавства і дотичних проблем до нефахівців, зокрема до осіб, що навчаються
PH 21	Застосовувати методи структурного та хімічного аналізу для дослідження багатшарових низькорозмірних структур, враховувати при дослідженнях фактор нанорозмірності.

### **8 – Ресурсне забезпечення реалізації програми**

Кадрове забезпечення	Відповідно до кадрових вимог щодо забезпечення провадження освітньої діяльності для відповідного рівня ВО (додаток 2 до Ліцензійних умов), затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187
Матеріально-технічне забезпечення	Відповідно до технологічних вимог щодо матеріально-технічного забезпечення освітньої діяльності відповідного рівня ВО (додаток 4 до Ліцензійних умов), затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187
Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	Відповідно до технологічних вимог щодо навчально-методичного та інформаційного забезпечення освітньої діяльності відповідного рівня ВО (додаток 5 до Ліцензійних умов), затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187

### **9 – Академічна мобільність**

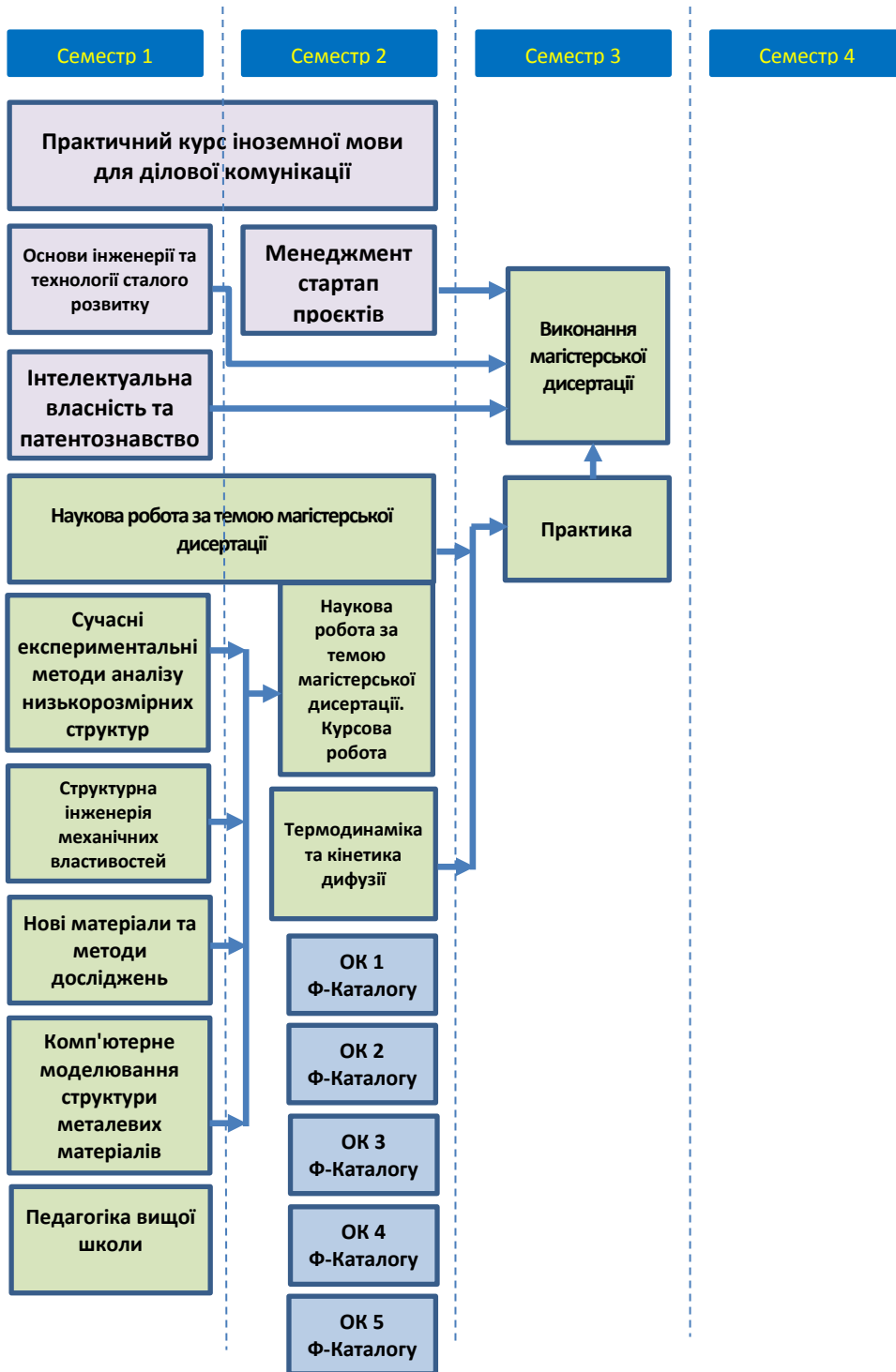
Національна кредитна мобільність	Можливість укладання угод про академічну мобільність та про подвійне дипломування
Міжнародна кредитна мобільність	За програмою Erasmus+ KA1 діють угоди з Католицьким університетом (м. Льовен, Бельгія) і Національною школою хімії (м. Лілль, Франція), у 2018 році подано проект по академічній мобільності з Університетом Трансильванії (м. Брашов, Румунія). За програмою Mevlana підписано договір по академічній мобільності із Думлупінар університетом (м. Кутах'я, Туреччина). Угода про подвійний диплом з Технічним університетом м. Магдебург (Германія).
Навчання іноземних здобувачів вищої освіти	Викладання державною або/та англійською мовами



## 2. ПЕРЕЛІК КОМПОНЕНТ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

Код	Компоненти освітньої програми (навчальні дисципліни, курсові проекти/ роботи, практики, кваліфікаційна робота)	Кількість кредитів ЄКТС	Форма підсумкового контролю
1	2	3	4
<b>ОБОВ'ЯЗКОВІ (нормативні) компоненти ОП</b>			
<b>Цикл загальної підготовки</b>			
ЗО 01	Інтелектуальна власність та патентознавство	3	залік
ЗО 02	Основи інженерії та технології сталого розвитку	2	залік
ЗО 03	Практичний курс іноземної мови для ділової комунікації	3	залік
ЗО 04	Менеджмент стартап проєктів	3	залік
<b>Цикл професійної підготовки</b>			
ПО 01	Структурна інженерія механічних властивостей матеріалів нового покоління	4	залік
ПО 02	Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур	4,5	екзамен
ПО 03	Нові матеріали та методи досліджень	5	екзамен
ПО 04	Комп'ютерне моделювання структури металевих матеріалів	6	екзамен
ПО 05	Педагогіка вищої школи	2	залік
ПО 06	Термодинаміка та кінетика дифузії	3,5	екзамен
ПО 07	Наукова робота за темою магістерської дисертації		
ПО 07.1	Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 1. Основи наукових досліджень	2	залік
ПО 07.2	Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2. Науково-дослідна робота за темою магістерської дисертації	2	залік
ПО 08	Наукова робота за темою магістерської дисертації. Курсова робота	1	залік
ПО 09	Практика	14	залік
ПО 10	Виконання магістерської дисертації	12	захист
<b>ВИБІРКОВІ освітні компоненти</b>			
<b>Цикл професійної підготовки (Вибіркові освітні компоненти з факультетського/кафедрального Каталогів)</b>			
ПВ 01	Освітній компонент 1 Ф-Каталогу	5	залік
ПВ 02	Освітній компонент 2 Ф-Каталогу	5	залік
ПВ 03	Освітній компонент 3 Ф-Каталогу	5	залік
ПВ 04	Освітній компонент 4 Ф-Каталогу	4	залік
ПВ 05	Освітній компонент 5 Ф-Каталогу	4	залік
Загальний обсяг <b>обов'язкових компонентів:</b>		67	
Загальний обсяг <b>вибіркових компонентів:</b>		23	
<b>Обсяг освітніх компонентів, що забезпечують здобуття компетентностей визначених СВО:</b>		45	
<b>Загальний обсяг освітньої програми:</b>		<b>90</b>	

### 3. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ



#### **4. ФОРМА АТЕСТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Випускна атестація здобувачів вищої освіти за освітньою програмою *Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві* спеціальності 132 Матеріалознавство здійснюється у формі публічного захисту кваліфікаційної роботи та завершується видачою документу встановленого зразка щодо присудження йому ступеня магістра з присвоєнням кваліфікації: магістр з матеріалознавства.

Кваліфікаційна робота перевіряється на плагіат та після захисту розміщається в репозитарії НТБ Університету для вільного доступу. Випускна атестація здійснюється відкрито та публічно.

## 5. МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

	ЗО 01	ЗО 02	ЗО 03	ЗО 04	ПО 01	ПО 02	ПО 03	ПО 04	ПО 05	ПО 06	ПО 07	ПО 08	ПО 09	ПО 10
КЗ.01								+	+					
КЗ.02	+		+	+	+	+	+		+		+	+	+	+
КЗ.03				+										
КЗ.04			+											
КЗ.06												+		+
КЗ.07				+							+		+	+
КЗ.08														
КЗ.09		+				+	+							
СК.01				+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
СК.02					+	+	+	+			+	+	+	+
СК.03					+	+	+	+		+	+	+	+	+
СК.04					+	+	+				+	+	+	+
СК.05						+	+				+	+	+	+
СК.06								+						
СК.07				+										+
СК.08									+					
СК.09					+	+	+	+			+	+	+	+
СК.10											+	+		+
СК.11				+							+	+	+	+
СК.12				+										
СК.13											+	+	+	+
СК.14				+										
СК.15											+	+	+	+
СК.16					+	+	+	+			+	+	+	+
СК.17					+	+	+	+			+	+	+	+

**6. МАТРИЦЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ  
ВІДПОВІДНИМИ КОМПОНЕНТАМИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ**

	З01	З02	З03	З04	ПО1	ПО2	ПО3	ПО4	ПО5	ПО6	ПО7	ПО8	ПО9	ПО10
PH 1				+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
PH 2					+	+	+	+		+	+	+	+	+
PH 3			+	+								+	+	+
PH 4								+		+	+	+	+	+
PH 5	+	+		+						+				
PH 6										+	+	+	+	+
PH 7	+			+										+
PH 8	+													
PH 9		+		+										
PH 10				+					+			+	+	+
PH 11					+	+	+	+		+	+	+	+	+
PH 12											+	+	+	+
PH 13					+	+	+	+			+	+	+	+
PH 14												+	+	+
PH 15							+	+		+				
PH 16				+										
PH 17					+		+	+			+	+	+	+
PH 18				+							+	+	+	+
PH 19							+	+						
PH 20									+					
PH 21						+						+	+	+