

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую



Голова Приймальної комісії
Вектор

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

04.05.2026

підпис

**Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання
імені Є.О. Патона**

повна назва факультету навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА

додаatkового вступного випробування

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Металургія»

за спеціальністю G10 Металургія

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю
G10 Металургія

Протокол № 4/26 від «23» квітня 2026 р.

Голова НМКУ

Анатолій МІНІЦЬКИЙ

ВСТУП

Програма додаткового вступного іспиту визначає форму організації, зміст та особливості проведення вступного іспиту зі спеціальності на освітньо-наукову програму підготовки докторів філософії «Металургія» за спеціальністю G10 Металургія.

Метою вступних випробувань зі спеціальності G10 Металургія для здобуття ступеня доктора філософії є визначення рівня володіння теоретичними знаннями та практичними навичками, необхідними для самостійного розв'язання наукових і технологічних завдань в галузі металургійного виробництва.

1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1.1. Перелік розділів та тем, які виносяться на іспит зі спеціальності

Розділ 1 Ливарне виробництво

Властивості рідких металів: температура та теплота плавлення, температура та теплота випромінювання, густина та питомий об'єм. Випаровування металів під час плавлення.

Взаємодія розплавів з газами. Кінетика процесу, взаємодія рідких металів з воднем, киснем та азотом. Вплив газів на властивості виливків.

Кристалізаційні процеси. Термодинамічна теорія кристалізації. Гомогенне та гетерогенне утворення зародків кристалізації. Швидкість утворення зародків та швидкість їх руху. Послідовна та об'ємна кристалізації. Дендритна та зональна ліквідації. Модифікування сплавів.

Твердіння виливків. Вплив конфігурації та технологічних факторів на твердіння виливків. Регулювання теплових процесів у формі.

Усадкові явища. Лінійна та об'ємна усадки. Утворення усадкових дефектів у виливках. Надливи та методи поліпшення їх роботи.

Класифікація та галузі використання спеціальних способів лиття.

Лиття в кокіль. Галузі використання. Особливості формування виливків під час лиття у кокіль чорних та кольорових сплавів. Основні типи кокілів та установок. Особливості підготовки форм під час лиття у кокіль. Підведення металу та живлення виливків. Основні види дефектів кокільного литва і методи їх запобігання. Лиття в облицьовані кокілі.

Лиття під тиском. Особливості кристалізації і формування виливків під час лиття під тиском. Лиття під низьким тиском та з протитиском. Лиття методом вижимання.

Відцентрове лиття. Гідродинамічні особливості відцентрового лиття. Особливості кристалізації виливків під дією відцентрових сил. Теплоізоляційні покриття виливниць, методи їх нанесення.

Безперервне лиття. Теоретичні основи безперервного лиття, його переваги та недоліки. Лиття за моделями, що витоплюються. Галузі використання. Технологічний процес виробництва моделей та форм.

Особливості технологічного процесу виготовлення виливків з чавуну. Зв'язок механічних властивостей виливків з чавуну з його хімічним складом та швидкістю охолодження.

Теорія кристалізації чавуну за стабільною і метастабільною системами.

Сучасні уявлення щодо кристалізації та формоутворення графіту.

Вплив складу, фізичних та фізико-механічних факторів на структуроутворення і графітизацію чавуну. Вплив перегрівання, витримування та швидкості охолодження. Структурні діаграми для сірого, білого, половинчастого чавунів та чавуну з кулястим графітом.

Механічні властивості чавунів з різною формою графіту. Сучасні методи оцінки механічних властивостей. Вплив складу, структури, величини зерна та вмісту газів на механічні властивості.

Технологічні та механічні властивості сірого чавуну.

Чавун з кулястим графітом. Галузі використання. Хімічний склад чавуну з кулястим графітом. Ливарні властивості чавуну з кулястим графітом.

Леговані чавуни. Основні легувальні компоненти та їх вплив на структуроутворення чавуну. Жаростійкий, корозійностійкий, зносостійкий та антифрикційний чавуни.

Технологічні особливості виплавлення в індукційних та електродугових печах.

Позапічні методи оброблення чавуну. Рафінування, десульфуратія, електрошлакове оброблення чавуну.

Класифікація литих деталей та сталевих виливків.

Службові та технологічні властивості литих сталей. Номенклатура ливарних властивостей.

Особливості рідкотекучості, кристалізації та усадки сталей різного хімічного складу. Вплив фізико-хімічних властивостей рідкого металу та ливарних форм на вміст

газів та неметалевих вкраплень у сталевих виливках. Особливості ліквації та утворення гарячих тріщин у сталних виливках.

Основи легування литих сталей. Механізм впливу легувальних та модифікувальних елементів на властивості сталі. Загальна характеристика легувальних та модифікувальних елементів.

Високолеговані сталі для виливків із спеціальними властивостями. Спеціальні властивості сталей та сталевих виливків.

Фізико-хімічні та технологічні особливості виплавлення вуглецевих та легованих сталей у дугових та індукційних печах. Особливості основного та кислого процесу виплавлення литих сталей.

Макро-, мікролегування та модифікування сталей. Особливості введення легувальних та модифікувальних присадок у рідкий метал.

Розкиснення, десульфуріяція та дефосфорування сталей.

Алюмінієві сплави. Фізико-хімічні властивості та галузі застосування. Принципи легування. Рафінування та модифікування. Особливості ливникових систем під час лиття в разові форми.

Магнієві сплави. Особливості технології виплавлення магнієвих сплавів. Рафінування та модифікування. Способи, що запобігають горінню сплавів. Лиття у разові форми. Лиття способом послідовної кристалізації

Мідні сплави. Особливості технології лиття. Особливості технології виготовлення виливків з мідних сплавів литтям у кокіль, під тиском, відцентровим способом, рідким штампуванням.

Нікелеві сплави. Печі та технологія виплавлення, рафінування та модифікування сплавів. Лиття в разові форми: особливості формувальних і стрижневих сумішей, способи захисту виливків від пригару.

Титанові сплави. Промислові марки ливарних та деформованих сплавів, їх склад, властивості та галузі використання. Печі та технологія виплавлення.

Тугоплавкі метали. Фізико-хімічні та технологічні властивості. Особливості технології виплавлення і лиття.

Цинкові сплави. Промислові марки, сплави їх склад, властивості і галузі застосування. Печі та особливості виплавлення, рафінування та модифікування. Технологія лиття в кокіль і під тиском.

Розділ 2 Порошкова металургія

Загальна характеристика порошкової металургії, як метода одержання порошкових та композиційних матеріалів і виробів.

Порошкова металургія як наука про процеси одержання, структуру та властивості порошків металів, сплавів, композиційних матеріалів, які виготовляються з використанням методів формування та спікання. Роль порошкової металургії композиційних матеріалів у сучасній техніці і її значення для розвитку промисловості.

Технічні та економічні переваги та обмеження використання порошкової металургії.

Сучасний стан порошкової металургії в Україні та в світі.

Роль фізико-хімічних явищ у процесах одержання порошків та волокон та виробів з них.

Властивості порошків. Хімічні, фізичні та технологічні властивості порошків. Методи визначення та контролю властивостей порошків. Взаємозв'язок між властивостями порошків.

Механічні методи отримання порошків.

Загальні положення. Основи теорії та закономірності подрібнення. Закони подрібнення. Роль методу отримання порошків механічним подрібненням на формування їх властивостей.

Закономірності подрібнення в кульових, вібраційних, атриторних, планетарних, струйних та вихрових млинах.

Фізико-хімічні методи одержання порошків.

Отримання порошків металів та сплавів відновлюванням оксидів та солей металів. Основи термодинаміки відновлювальних процесів. Механізм та кінетика відновлювальних процесів порошкових систем. Вплив різних факторів на формування структури та властивостей порошків.

Закономірності отримання порошків металів відновлюванням оксидів та солей металів воднем, вуглецем та вуглецевміщуючими газами, металотермією.

Електрохімічні методи отримання порошків металів. Отримання порошків металів електролізом водяних розчинів та розплавів солей металів. Фізико-хімічні основи методу. Вплив різних факторів (щільності струму, концентрації електроліту, кислотності розчину, часу електролізу, вмісту домішок) на техніко-економічні показники процесу та формування структури та властивостей порошків.

Газофазні методи одержання порошків.

Отримання порошків металів дисоціацією карбонілів, випарюванням-конденсацією, відновлюванням в газовій фазі.

Закономірності проходження реакцій у газовій фазі за участю та без участі поверхні. Вплив різних факторів на формування властивостей порошків, що отримуються з газової фази.

Отримання порошків металів та сплавів розпиленням розплавів.

Розпилення газами та рідиною. Вплив різних факторів на формування структури та властивостей порошків. Формоутворення частинок порошків при їх отриманні розпилюванням розплавів. Вплив технологічних факторів на формування властивостей порошків.

Отримання порошків без кисневих тугоплавких сполук.

Властивості та застосування безкисневих тугоплавких сполук. Закономірності та технологія отримання порошків карбідів, боридів, нітридів, силіцидів, неметалевих тугоплавких сполук (карбід бору, карбід силіцію, нітриду кремнію). Отримання порошків литих тугоплавких сполук.

Загальні закономірності ущільнення порошкових тіл.

Закономірності ущільнення пластичних та крихких порошків. Вплив властивостей порошків та їх структури на їх ущільнення. Аналітичний опис процесу формування. Поняття контактної поверхні та контактної поверхні. Рівняння формування; математичні залежності щільності виробів від тиску формування. Вплив різних факторів на розподіл щільності у формовках.

Варіанти формування. Практика формування.

Підготовка порошків для формування. Відпал, класифікація, розсів. Змішування порошків. Грануляція шихти, визначення наважки, дозування. Варіанти формування. Одно- та двостороннє формування. Формування на механічних та гідравлічних пресах.

Ізостатичне формування.

Різновиди ізостатичного формування. Закономірності ізостатичного формування, вплив різних факторів на процес формування структури та властивостей виробів.

Формування довгомірних виробів.

Формування скошеним пуансоном.

Формування прокаткою. Вплив різних факторів на формування структури та властивостей прокату з порошків.

Швидкісне (імпульсне) формування.

Методи імпульсного формування. Механізм ущільнення при імпульсному формуванні. Вплив різних факторів на процес ущільнення при імпульсному формуванні.

Бездеформаційні методи формування.

Мундштучне формування та екструзія. Закономірності формування цими методами. Шлікерне литво, литво з термопластичних мас, інжекційне формування.

Брак при формуванні.

Причини браку та можливість його виправлення. Методи контролю якості формовок.

Характеристика процесів, що лежать в основі спікання.

Терміни спікання з технологічного та термодинамічного кута зору. Зовнішні ознаки спікання, усадки при спіканні, види усадки.

Рушійні сили спікання. Загальні відомості про стан матеріалів при кімнатних температурах та при нагріві з точки зору наявності дефектів та дифузійних процесів.

Поверхневий натяг як рушійна сила спікання. Капілярний тиск.

Спікання однокомпонентних систем як в'язка (дифузійно-в'язка) течія, об'ємна самодифузія, пластична течія, поверхнева самодифузія, перенесення через газову фазу.

Спікання в реальних умовах.

Вплив різних факторів (температури, часу, властивостей вихідних порошків та формовок, умов спікання та ін.) на кінетику процесів спікання та формування структури та властивостей виробів.

Методи інтенсифікації процесів спікання.

Активоване спікання. Фізичні та фізико-хімічні методи активації спікання. Спікання за рахунок зовнішнього впливу на матеріал та за рахунок використання матеріалів з наперед заданим активним станом. Фізико-хімічні явища, які лежать в основі різних методів активованого спікання.

Спікання багатокомпонентних систем.

Особливості усадки та процесів формування структури та властивостей порошкових виробів при спіканні систем з необмеженою розчинністю компонент, обмеженою їх розчинністю та розчинних один в одному.

Спікання багатокомпонентних систем та композиційних матеріалів у присутності рідкої фази. Роль змочуваності твердої фази рідкою. Вплив різних факторів (змочуваності, розчинності компонент, щільності формовок, кількості рідкої фази та інш.) на процес спікання та формування структури та властивостей порошкових та композиційних матеріалів.

Властивості спечених порошкових та композиційних виробів.

Залежність властивостей виробів від умов спікання та характеристик вихідних матеріалів та пористих заготівок. Методи контролю структури та властивостей спечених виробів.

Значення порошкових спечених матеріалів конструкційного, електротехнічного, триботехнічного, інструментального та спеціального призначення в сучасному виробництві. Сучасні тенденції розвитку порошкових та композиційних матеріалів.

Технології отримання конструкційних порошкових матеріалів

Класифікація, технологія виготовлення, властивості та призначення спечених конструкційних матеріалів на основі заліза. Технологія виготовлення виробів з спечених конструкційних матеріалів на основі кольорових та тугоплавких металів і сплавів.

Технології отримання триботехнічних порошкових матеріалів

Загальні відомості, вимоги та основні тенденції розвитку антифрикційних матеріалів, одержаних методом порошкової металургії. Антифрикційні матеріали на основі міді, їх властивості і умови застосування. Технологія виготовлення антифрикційних матеріалів на основі заліза, їх властивості та галузі застосування. Металеві багатошарові матеріали на сталених підкладках. Метало-полімерні антифрикційні матеріали. Металографітові, металоскляні матеріали та матеріали на основі тугоплавких металів та сполук.

Технології отримання високопористих матеріалів

Класифікація, основні методи отримання, властивості та призначення порошкових високопористих матеріалів. Технологія виготовлення проникних матеріалів з волокон та тугоплавких сполук.

Технології отримання композиційних матеріалів

Класифікація, методи отримання, властивості і призначення композиційних матеріалів. Технологія виготовлення волокнистих та багатошарових композиційних матеріалів. Технологія виготовлення дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів.

Технології отримання матеріалів інструментального призначення

Тверді сплави на основі монокарбіду вольфраму, класифікація, основні елементи технології виготовлення та призначення. Безвольфрамові тверді сплави на основі карбідів титану, хрому, карбонітриду титану та термооброблювані тверді сплави зі сталевими зв'язками. Мінералокерамічні тверді сплави та оксикарбідна і нітрид на кераміка.

Значення захисних покриттів для різних областей техніки. Завдання які вирішуються з використанням напилених покриттів. Класифікація покриттів. Газотермічні і вакуумно-конденсаційні покриття.

Класифікація газотермічних способів напилення. Електродугова металізація. Загальні закономірності електродугової металізації. Електрична дуга, як джерело нагріву розпилюваного матеріалу. Газополум'яне напилення. Плазмове напилення. Утворення і

склад низькотемпературної плазми. Плазмовий струмінь як джерело нагріву напиляємих частинок.

Закономірності формування потоку частинок при газо термічному напиленні.

Основні стадії газотермічного напилення. Нагрів і прискорення частинок матеріалів в газовому струмені. Особливості формування потоку частинок при порошковому і проволочному способах напилення. Зміна температури і швидкості газового потоку і частинок, що напилюються.

Утворення та структура газотермічних покриттів.

Взаємодія частинок з напилюваною поверхнею. Процеси які проходять в зоні контакту. Визначення енергії активації для утворення міцних зв'язків. Схема деформації частинок при зустрічі з основою. Напорний і імпульсний тиски. Механізм фізико-хімічних процесів, які забезпечують утворення міцних зв'язків. Виникнення фізичного і хімічного контактів в зоні взаємодії.

Вакуумно конденсаційне напилення.

Класифікація способів вакуумно конденсаційного напилення. Фізико-хімічні основи процесу випаровування чистих металів, сплавів і сполук. Рівняння Ленгмюра. Енергія напилених частинок. Фізична адсорбція і хемосорбція. Термічна акомодация атомів напилюємого матеріалу. Процеси зародження і росту напилюємих покриттів. Розмір критичного зародку нової фази і його залежність від матеріалів покриття. Формування структури покриття. Тризонна модель.

Газофазне напилення покриттів.

Термодинаміка процесу утворення покриттів. Основні реакції, які проходять в реакційному просторі. Термічний розклад. Принципова схема установок для отримання покриттів із газової фази.

Композиційні електрохімічні покриття.

Загальна характеристика композиційних електрохімічних покриттів. Стадії утворення. Умови росту металевої матриці та вплив на процес параметрів роботи (струм, концентрація, температура та ін.).

1.2. Порядок проведення додаткового вступного випробування

Вступний іспит проводиться у вигляді тестування з 30 питань на платформі <https://www.classtime.com>.

Термін виконання тесту становить 1,5 академічні години (90 хвилин) без перерви.

Методика проведення іспиту наступна. Члени комісії інформують вступників про порядок проведення та оформлення робіт з вступного іспиту зі спеціальності видають вступникам посилання на тест.

На організаційну частину іспиту (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання іспиту) відводиться 20 хвилин від усього часу іспиту, на відповіді вступнику надається 60 хвилин і на заключну частину – 10 хвилин.

Після закінчення етапу написання іспиту, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання всіма членами комісії. Члени предметної комісії приймають спільне рішення щодо виставлення загальної оцінки затест.

Підведення підсумку іспиту зі спеціальності здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість. Ознайомлення студента з результатами іспиту проводиться згідно з правилами прийому до університету.

1.3. Допоміжні матеріали для складання іспиту

Під час складання іспиту заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

1.4. Рейтингова система оцінювання (PCO)

На іспиті вступники виконують письмову тестову роботу. Тест має 30 теоретичних питання. Залежно від складності оцінювання відбувається від 2 до 4 балів.

В залежності від повноти і правильності відповіді на питання вступник отримує:

4	балів за	95...100 %	правильної відповіді
3	балів за	75...95 %	правильної відповіді
2	балів за	50...74 %	правильної відповіді
1	балів за	1...49 %	правильної відповіді
0	балів за	0 %	правильної відповіді

Загальна оцінка за іспит обчислюється як арифметична сума балів за всі відповіді на запитання екзаменаційного тесту. Таким чином, згідно з рейтинговою системою оцінювання, за результатами іспиту вступник може набрати від 0 до 100 балів.

Вступники, результати додаткового вступного випробування яких за шкалою PCO складають від 60 до 100 балів, отримують оцінку «зараховано» і допускаються до складання вступного іспиту зі спеціальності.

Вступники, результати додаткового вступного випробування яких за шкалою РСО складають від 0 до 59 балів, отримують оцінку «не зараховано» і не допускаються до участі в наступних вступних випробуваннях і в конкурсному відборі.

2. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Особи, які без поважних причин не з'явилися на вступні випробування у визначений розкладом час, особи, знання яких було оцінено балами нижче встановленого рівня, до участі в наступних вступних іспитах і в конкурсному відборі не допускаються.
2. Перескладання вступних випробувань не допускається.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

До розділу 1

1. Могилатенко В.Г., Пономаренко О.І., Дробязко В.М., Кочешков А.С., Ямшинський М.М.. Теоретичні основи ливарного виробництва. – Харків.: НТУ «ХПІ», 2011. – 288 с.
2. Дробязко В.М., Фесенко А.М., Лютий Р.В., Фесенко М.А. Ливарна гідравліка. – Краматорськ: ДДМА, 2010. – 108 с.
3. Реп'ях С.І. Технологічні основи лиття витоплюваними моделями. Дніпропетровськ: Ліра, 2006. – 1056 с.
4. Макаревич О.П., Федоров Г.Є., Платонов Є.О. Виробництво виливків із спеціальних сталей. – К.: Видавництво НТУУ «КПІ», 2005. – 712 с.
5. Сплави на основі заліза :підручник для студентів вищих навчальних закладів : у 2 томах /В.І. Мазур, І.З. Куцова, О.А. Носко, М.А. Ковзель; за загальною редакцією В.І. Мазура; науковий редактор С.О. Фірстов; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". - Київ: Політехніка, 2015. – 272 с.
6. Позапічне рафінування чавуну і сталі: навчальний посібник /О.М. Смірнов, О.М. Зборщик. - Донецьк : Вид-во "Ноулідж", Донецьке відділення, 2012. - 179 с.: іл.
7. Леговані сталі: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів /О.В. Більченко, О.І. Дудка, В.Г. Хижняк, С.М. Чернега; Міністерство освіти і

наки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". - Київ: Кондор, 2009. - 96 с.

8. Могилатенко В.Г. та ін. Ливарні властивості металів і сплавів для прецизійного лиття. Підручник для вищих навчальних закладів, протокол метод. ради НМетАУ, №9 від 26.09.2016. - В.О. Богуслаєв, С.І. Репях, Могилатенко В.Г., З.А. Івченко, М.О. Матвєєва, З.В. Леховіцер, Ю.С. Пройдак, В.Є. Хричиков. Під ред. С.І. Репяха та В.Г. Могилатенка. -2е вид., доп. та доопр. - Запоріжжя:АТ "МОТОР СІЧ", 2016. - 474 с.

До розділу 2

1. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник /А.М. Степанчук. – Київ : НТУУ «КПІ», 2006, – 353 с.

2. Дрозденко О.С. Порошкова металургія: лекції / Олександр Дрозденко, Олександр Левенко. - Дніпро: Домінанта Прінт, 2020.

3. Штерн М.Б. Механічні та комп'ютерні моделі консолідації гранульованих середовищ на основі порошків металів і кераміки при деформуванні та спіканні : монографія / М.Б.Штерн, В.Б.Рудь; за редакцією В.В. Скорохода. Луцьк: 2010. - 230 с.

4. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів. Навч. посібник /А.М. Степанчук. – К.: Центр учбової літератури. – 2016. – 336 с.

5. Куцова В. З. Наноматеріали та нанотехнології. [Текст]: навч. посібник. У двох частинах / В. З. Куцова, Т. В. Котова, Т. А. Аюпова – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. – 103 с.

6. Писаренко В.Г. Сучасні технології в машинобудуванні. Інжекційне лиття порошку [Текст]: навч. посібник / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк, Є. Ф. Боковий [та інш.] – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 242 с.

7. Савчук П.П. Композитні матеріали [Текст]: навч. посібник / П. П. Савчук, В. П. Кашицький, М. Д. Мельничук [та інш.] – Луцьк: Видавець ФОП Теліцин О.В., 2017. – 368 с.

8. Майборода В.С. Інструментальні матеріали для виготовлення різального інструменту: навч. посібник / В.С. Майборода, Д.Ю. Джулій, Слободянюк І.В., Гаврушкевич Н.В. – Київ: НТУУ”КПІ”, 2022. – 112 с.

9. Лавріненко В.І. Надтверді матеріали: посібник для допитливих / В.І. Лавріненко. – Київ: Академперіодика, 2018. – 336 с.

10. Дубовий О.М. Технологія напилення покриттів: Підручник. /О.М, Дубовий, А.М. Степанчук. – Миколаїв: НУК, 2007. – 236 с.

11. Степанчук А.М. Матеріали для напилювання покриттів : Навчальний посібник. /А.М. Степанчук, І.І. Білик. – Київ : Видавництво «Центр учбової літератури», 2016. – 236 с.

12. Білик І.І. Технологія та обладнання напилених покриттів: Навч.посіб. – Київ: ІВЦ Видавництво ”Політехніка”, 2004. – 92 с.

13. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2006, – 353 с.

Програму розробили:

д.т.н. проф. каф. ЛВ, НН ІМЗ	_____	Ямшинський М.М.
д.т.н. проф. каф. ВТМПМ, НН ІМЗ	_____	Богомол Ю.І.
д.т.н. доц. каф. ЛВ, НН ІМЗ	_____	Лютий Р.В.
д.т.н. проф. каф. ВТМПМ, НН ІМЗ	_____	Мініцький А.В.