

**ПРОГРАМА**  
вступного іспиту зі спеціальності **132 «Матеріалознавство»**  
для здобувачів вищої освіти  
третього(освітньо-наукового) рівня

**Загальні положення**

Підставою для оголошення прийому на навчання до аспірантури для здобуття вищої освіти ступеня доктора філософії є ліцензія на провадження освітньої діяльності за третім (освітньо-науковим) рівнем, видана в порядку, встановленому законодавством.

Правила прийому розроблені відповідно до Закону України від 01.07.2014 р. № 1556-VII «Про вищу освіту», Постанови Кабінету Міністрів України від 23.03.2016 р. № 261 «Про затвердження Положення про підготовку здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», «Умов прийому на навчання до закладів вищої освіти України в 2021 році», затверджених наказом Міністерства освіти і науки України № 1285 від 11.10.2019 р.

До аспірантури приймаються особи, які здобули ступінь магістра (освітньо-кваліфікаційний рівень спеціаліста).

Нормативний термін підготовки доктора філософії в аспірантурі становить чотири роки.

Прийом до аспірантури здійснюється на конкурсній основі за результатами вступного тестування.

Організація вступного тестування здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного університету «Львівська політехніка» у 2021 році та Положення про приймальну комісію НУЛП.

Метою вступних тестувань є комплексна перевірка знань вступників в аспірантуру, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами у відповідності з ступенем магістра чи спеціаліста. Вступні випробування охоплюють дисципліни професійної підготовки магістра чи спеціаліста. Вступник повинен продемонструвати фундаментальні і професійно-орієнтовані уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

Результати вступних випробувань оцінюються за 100-бальною шкалою та оприлюднюються на інформаційному стенді відділу докторантури та аспірантури та офіційному веб-сайті Університету.

При однаковому конкурсному балі вищу позицію у рейтинговому списку

посідає вступник, який має:

- вищий середній бал додатка до диплома;
- більшу кількість наукових статей за обраною спеціальністю у виданнях, що включені до наукометричних баз даних Web of Science та/або Scopus;
- більшу кількість статей за обраною спеціальністю у наукових періодичних виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу;
- більшу кількість статей у наукових фахових виданнях України за обраною спеціальністю;
- більшу кількість патентів на винаходи (авторських свідоцтв про винаходи) за обраною спеціальністю;
- більшу кількість англomовних матеріалів міжнародних конференцій, що індексуються наукометричними базами даних Web of Science та Scopus, за обраною спеціальністю;
- більшу кількість тез доповідей за обраною спеціальністю на міжнародних конференціях.

## **Зміст програми**

### **Розділ 1. Фізичне металознавство**

- 1.1. Класифікація матеріалів.
- 1.2. Вплив електронної будови на властивості.
- 1.3. Типи міжатомного та міжмолекулярного зв'язку.
- 1.4. Атомно-кристалічна будова металів.
- 1.5. Дефекти кристалічної будови та їх вплив на властивості сплавів.
- 1.6. Явище та закони дифузії.
- 1.7. Явище поверхневої та зернограничної сегрегації.
- 1.8. Типи фаз в сплавах.
- 1.9. Принципи побудови діаграм фазових рівноваг. Застосування правила фаз Гіббса та правила відрізків (важеля).
- 1.10. Типи діаграм фазових рівноваг двокомпонентних сплавів.
- 1.11. Термодинаміка та кінетика фазових перетворень.
- 1.12. Евтектичні, перитектичні, евтектоїдні перетворення.
- 1.13. Бездифузійні перетворення (масивні, мартенситні).
- 1.14. Приклади дифузійних перетворень.
- 1.15. Основи легування.

Рекомендована література до розділу 1.

1. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. – К.: Політехніка, 2001. - 374 с.

2. Структурно-енергетичний стан внутрішніх та зовнішніх меж поділу у металевих системах // З.А. Дурягіна, В.Ю. Ольшанецький, Ю.І. Кононенко // Монографія. Видавництво Львівської політехніки, Львів, 2013. – 455с.
3. Physical Metallurgy. Editors: R.W. Cahn, P. Haasen. 4th Edition. Chapter 3. Structure and stability of alloys. T.B. Massalski. — North Holland, 1996. — P. 193—199. — ISBN 978-0-444-89875-3.
4. R. E. Smallman, R. J. Bishop. Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering. Sixth Edition. Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1999.
5. D. R. Askeland, P. P. Fulay, W. J. Wright. The Science and Engineering of Materials. Sixth Edition. Cengage Learning, 2010.
6. David A. Porter, Kenneth E. Easterling, Mohamed Sherif. Phase Transformations in Metals and Alloys.- Publisher: CRC Press , 2015. - 520 p.

## **Розділ 2. Основні групи промислових матеріалів та принципи їх вибору**

- 2.1. Основні групи металевих та неметалевих інженерних матеріалів. Їх переваги та недоліки.
- 2.2. Неметалеві матеріали та їх застосування.
- 2.3. Порошкові матеріали та їх застосування.
- 2.4. Залізні сплави та їх застосування.
- 2.5. Кольорові сплави та їх застосування.
- 2.6. Сплави з ефектом пам'яті форми.
- 2.7. Загальна характеристика наноматеріалів.
- 2.8. Технології отримання наноматеріалів у наноструктурованому стані.
- 2.9. Практичне використання наноматеріалів.
- 2.10. Основні критерії вибору матеріалів.
- 2.11. Як оцінюють рівень шкідливості виробів на навколишнє середовище під час їх виготовлення та експлуатації?
- 2.12. Які стандарти використовують при виборі матеріалів?

### **Рекомендована література до розділу 2.**

1. Черниш І.Г., Лобода П.І., Черниш С.І. Неметалеві матеріали: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2008. – 406 с.
2. Сплави з особливими властивостями / З.А. Дурягіна, О.Я. Лизун, В.Л. Пілюшенко // Навчальний посібник з грифом міністерства освіти та науки України Львів: Вид-во Національного університету „Львівська політехніка”, Львів, 2007. - 236 с.

3. Богун Л. І., Плешаков Е. І., Швачко С. Г., Тепла Т.Л. Кольорові метали та сплави. Частина 1. Мідь та мідні сплави. Навчальний посібник // Під заг. ред. Дурягіної З.А. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2016. — 124 с.
4. Конструкційні та функціональні матеріали: Навч. Посібник: У 2 ч. / Ч.1: Основи фізики твердого тіла. Конструкційні матеріали. /В.П. Бабак, Д.Ф. Байса, В.М. Різак, С.Ф. Філоненко. — К.: Техніка, 2003. — 344 с.
5. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І. Матеріалознавство. — Харків: Видавництво ХНАДУ, 2007. — 440 с.
6. Наноматеріали і нанотехнології: навчальний посібник / Азаренков М. О., Неклюдов І. М., Береснев В. М. та ін. . — Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. — 316 с.
7. “Materials Selection in Mechanical Design”, 5th Edition by M.F. Ashby, Butterworth Heinemann, Oxford, 2016.
8. Ali Jahan, Kevin L. Edwards and Marjan Bahraminasab Multi-criteria Decision Analysis for Supporting the Selection of Engineering Materials in Product Design (Second Edition), 2016

### **Розділ 3. Поверхневі явища та технології інженерії поверхонь.**

- 3.1. Поверхнева енергія та методи її визначення.
- 3.2. Явище адсорбції. Аналітичні та експериментальні методи визначення.
- 3.3. Фізична та хімічна адсорбція.
- 3.4. Явище самоорганізації поверхні.
- 3.5. Класифікація основних видів поверхневого оброблення.
- 3.6. Методи нанесення дифузійних покриттів з розплавів металів.
- 3.7. CVD-метод нанесення покриттів.
- 3.8. PVD -метод нанесення покриттів.
- 3.9. Плазмові технології нанесення покриттів.
- 3.10. Іонна імплантація поверхні.
- 3.11. Лазерне гартування сталей й чавунів для підвищення зносотривкості.
- 3.12. Поверхнєве лазерне легування сталей, титанових та інших сплавів.
- 3.13. Лазерне наплавлення (плакування).
- 3.14. Лазерна аморфізація й детонаційне зміцнення поверхневих шарів сплавів.
- 3.15. Лазерне фізичне та хімічне осадження з парової фази.

### Рекомендована література до розділу 3.

1. Дурягіна З. А. Фізика та хімія поверхні. Монографія / З. А. Дурягіна. — Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2009. — 208 с.
2. Бобицький Я. В., Матвійшин Г. Л. Лазерні технології. Част І: навч. посібник. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. — 320 с.
3. Черненко В.С., Кіндрачук М.В., Дудка О.І. Променеві методи обробки. — Київ.: Кондор, 2003. — 166 с.
4. Tadeusz Wierzchon, Tadeusz Burakowski. Surface engineering of metals: principles, equipment, technologies. CRC Press, 1999. — 592 p.
5. William Steen, Jyotirmoy Mazumder. Laser Material Processing. 4th ed. Springer-Verlag London, 2010. — 558 p.

### **Розділ 4. Пошкоджуваність і надійність матеріалів**

- 4.1. Деформаційна поведінка матеріалів в умовах різних видів навантаження.
- 4.2. Вплив температури й швидкості деформування на деформаційну поведінку сплавів.
- 4.3. Шляхи зміцнення сплавів.
- 4.4. Види руйнування: в'язке, крихке, втомне, при повзучості.
- 4.5. Критерії руйнування (ударна в'язкість, в'язкість руйнування, температура в'язко-крихкого переходу, циклічна тріщиностійкість, границі витривалості, повзучості, тривалої міцності).
- 4.6. Основні поняття процесу зношування, розрахунки інтенсивності зношування.
- 4.7. Молекулярно-механічне зношування. Основні етапи зношування.
- 4.8. Зношування схоплюванням. Адгезійне (теплове) зношування. Матеріали, тривкі до адгезійного зношування.
- 4.9. Абразивне зношування. Матеріали тривкі до абразивного зношування.
- 4.10. Кавітаційно-ерозійне зношування. Зношування під час фретінг-корозії. Матеріали тривкі до кавітаційно-ерозійного зношування.
- 4.11. Корозійно-механічне зношування.
- 4.12. Методи підвищення зносотривкості.
- 4.13. Оцінка конструкційної міцності за механічними властивостями. Фактори, які впливають на неї, та шляхи її підвищення.
- 4.14. Корозія. Види корозійного пошкодження матеріалів: корозія під напруженням, корозійне тріщиноутворення, водневе окрихчення, окрихчення у рідких металах, від впливу радіації.
- 4.15. Шляхи підвищення корозійної тривкості металів та методи захисту від корозії.

#### Рекомендована література до розділу 4.

1. Рябічева Л.О. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів. Луганськ: СНУ ім. Даля, 2013. – 482 с.
2. Дяченко С. С. Фізичні основи міцності та пластичності металів. Харків: Вид. ХНАДУ, 2003. – 226 с.
3. Конструкційні та функціональні матеріали: Навч. Посібник: У 2 ч. / Ч.2: Функціональні матеріали. Фізичні аспекти кінетики виникнення руйнувань. Тех-нічна діагностика матеріалів і виробів. /В.П. Бабак, Д.Ф. Байса, В.М. Різак, С.Ф. Філоненко. — К.: Техніка, 2004. — 368 с.
4. Thomas N. Courtney. Mechanical behaviour of materials. - Mac Graw-Hill, 1992.
5. Кіндрачук М.В., Лабунець В.Ф., Пашечко М.І., Корбут Є.В. Трибологія: підручник/ МОН. – Київ: НАУ-друк, 2009. – 392 с.
6. Бялік О.М., Кіндрачук М.В., Кондратюк С.Є., Черненко В.С. Структурний аналіз металів. Металографія. Фрактографія. - К.: Політехніка. – 2006. - 328 с.
7. Корозія та захист металів від корозії / З.А. Дурягіна, В.І. Алімов // Навчальний посібник, Вид-во ТОВ «Східний видавничий дім», Донецьк, 2012. – 326 с.

#### **Розділ 5. Технологія наукових досліджень, прогнозування, моделювання та оптимізація властивостей матеріалів**

- 5.1. Класифікація наукових досліджень.
- 5.2. Пошук, накопичення й опрацювання науково-технічної інформації.
- 5.3. Загальні уявлення про планування експериментів.
- 5.4. Вибір стратегії й тактики пошуку розв'язання науково-прикладних задач.
- 5.5. Загальні відомості про моделювання. Фізичне та математичне моделювання технічних систем.
- 5.6. Аналіз результатів досліджень. Методи графічного представлення результатів досліджень. Регресійний і кореляційний аналізи.
- 5.7. Основні принципи організації та первинного опрацювання даних експерименту. Принципи побудови регресійних моделей.
- 5.8. Організація активного експерименту. Факторний експеримент першого порядку. Факторний експеримент другого порядку.
- 5.9. Загальна характеристика сучасних програмних продуктів та використання їх у наукових дослідженнях з матеріалознавства.
- 5.10. Напівпромислові та промислові дослідження в матеріалознавстві.

5.11. Застосування програмного продукту Granta Design та модуля CES EduPak в матеріалознавстві.

5.12. Створення нових матеріалів, потенційні можливості та обмеження CES EduPak при моделюванні нових високоефективних матеріалів.

5.13. Застосування CES EduPak в процесі вибору матеріалів для виготовлення виробів.

5.14. Засади вибору матеріалу залежно від форми виробу. Використання CES EduPak для вибору технології виготовлення виробу.

5.15. Використання в CES EduPak інструментів екологічного аудиту, розроблених на основі концепції сталого розвитку, при виборі матеріалу і типу виробництва.

Рекомендована література до розділу 5.

1. Організація експерименту: Навч. посібник. — К.: ІЗМН, 1996. — 136 с.
2. Основы научных исследований в чёрной металлургии / В.И.Баптизмманский, Г.А.Воловик, Б.И.Емлин и др. // Под общ. ред. Ю.Н.Яковлева.- Киев-Донецк: Вища школа, 1985 - 205с.
3. Michael Ashby, Hugh Shercliff and David Cebon. Materials, Engineering, Science, Processing and Design / Elsevier Science & Technology. – 2007. – 514 p.
4. Michael F. Ashby. Materials Selection in Mechanical Design (Fourth Edition). – Elsevier Science & Technology.- 2011. – 646 p.
5. Michael F. Ashby, Didac Ferrer Balas and Jordi Segalas Coral. Materials and Sustainable Development. – Elsevier Science & Technology.- 2015. – 311 p.

### **Форми контролю та критерії оцінювання**

Вступний іспит зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» проводиться у письмово-усній формі згідно з окремим графіком, який затверджується Ректором Університету та оприлюднюється на інформаційному стенді відділу докторантури та аспірантури й офіційному веб-сайті Університету не пізніше, ніж за 3 дні до початку прийому документів.

Екзаменаційні білети вступного іспиту зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» формуються в обсязі програми магістерського рівня вищої освіти зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» та затверджуються на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту механічної інженерії та транспорту.

Результати вступного іспиту зі спеціальності оцінюються за 100-бальною шкалою. Екзаменаційний білет вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» містить письмову компоненту з чотирьох завдань:

– по одному запитанню з кожного з трьох розділів «ююю», «юююю» і «юююю» і додатково одне питання за профілюючим науковим напрямом з вищеназваних розділів (кожне із чотирьох питань екзаменаційного білета оцінюється максимально в 20 балів, максимальна сумарна кількість балів письмової компоненти – 80 балів);

– усну компоненту вступного іспиту з чотирьох питань (кожне із чотирьох питань усної компоненти оцінюється максимально в 5 балів, максимальна сумарна кількість балів усної компоненти – 20 балів).

Критерії оцінювання кожного питання письмової та усної компоненти вступного іспиту зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» такі:

– оцінка «відмінно» (18-20 балів для питань письмової компоненти та 5 балів для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру бездоганно засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; самостійно, грамотно і послідовно з вичерпною повнотою відповів на питання; демонструє глибокі та всебічні знання, логічно будує відповідь; висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем; вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, логічно та обґрунтовано будувати висновки;

– оцінка «добре» (14-17 балів для питань письмової компоненти та 4 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру добре засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання, аргументовано викладає його; розкриває основний зміст питання, дає неповні визначення понять, допускає незначні порушення в послідовності викладення матеріалу та неточності при використанні наукових термінів; нечітко формулює висновки, висловлює свої міркування щодо тих чи інших проблем, але допускає певні похибки у формулюванні теоретичного змісту;

– оцінка «задовільно» (10-13 балів для питань письмової компоненти та 3 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру в основному засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; фрагментарно розкриває зміст питання і має лише загальне його розуміння; при відтворенні основного змісту питання допускає суттєві помилки, наводить прості приклади, непереконливо відповідає, плутає поняття;

– оцінка «незадовільно» (0-9 балів для питань письмової компоненти та 0- 2 бали для питань усної компоненти): вступник не засвоїв зміст питання, не знає основних його понять; дає неправильну відповідь на запитання.

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» передбачає необхідність неухильного дотримання норм та правил академічної доброчесності відповідно до Положення про академічну доброчесність у Національному університеті «Львівська політехніка». За порушення зазначених норм та правил вступники в аспірантуру притягаються до відповідальності згідно з вимогами чинного законодавства.