

## **ПРОГРАМА**

вступного іспиту зі спеціальності  
105 *Прикладна фізика та наноматеріали*

для здобувачів вищої освіти

третього (освітньо-наукового) рівня

### **Вступне слово**

Програма складена з урахуванням програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали». Вона містить два розділи, у першому з яких сформульовані питання загальних, а у другому – спеціальних курсів. Розроблені питання ставлять ціллю виявити знання та уміння здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

### **Розділ 1.**

- Типи хімічного зв'язку в кристалах. Структурні та фізичні особливості іонних, ковалентних, металічних та молекулярних кристалів.
- Електрони в металі. Ефективна маса. Квазіімпульс. Теорема Блоха. Закон дисперсії. Густина станів. Рівень Фермі. Статистика газу квазічастинок. Бозонита ферміони. Взаємодія квазічастинок.
- Електронні стани в кристалах. Одноелектронна модель, Наближення слабо і сильнов'язаних електронів. Зонна схема та типи твердих тіл. Вироджений електронний газ.
- Коливання кристалічної решітки - фонони. Акустична та оптична гілки коливань. Теплоємність решітки. Анггармонізм та тепловерозширення.
- Явища в контактах. Потенціальні бар'єри. Контактна різниця потенціалів. Квазідвовірні системи в напівпровідниках: гетероструктури, МДН-структури (метал-діелектрик-напівпровідник). Розмірне квантування електронного спектра.
- Кінетичні рівняння. Електро- та теплопровідність. Тривалість релаксування. Механізми розсіювання електронів. Іонна провідність кристалів. Магнітоопір та ефект Холла.
- Електронний спектр та густина станів електронів вквантуючому магнітному полі. Ефект де Гааза-ван Альфена.

## **Розділ 2.**

- Магнітні властивості речовин. Класифікація та основні властивості магнетиків. Діамагнетизм та парамагнетизм твердих тіл. Природа феромагнетизму. Домени. Антиферомагнетизм.
- Індуковані оптичні властивості твердих тіл. Просторова анізотропія індукованих оптичних ефектів у кристалічних матеріалах: аналітичний опис, геометричне представлення та методика експерименту. Люмінесценція кристалів. Рекомбінаційне випромінювання в діелектриках та напівпровідниках. Спонтанне і вимушене випромінювання. Лазери.
- Наноматеріалознавство і нанотехнології. Носії в низькорозмірних структурах. 0-, 1-, 2-, 3-D структури. Квазідвовірні структури. Густина станів електронів в системах з пониженою розмірністю. 2-бар'єрні структури. Тунельні явища. Резонансне тунелювання.
- Нанокластерні модифікації карбону. Фулерени. Сполуки на основі фулеренів. Фулерити та фулериди. Нанотрубки, їх будова і властивості та методи дослідження структури нанотрубок. Наноплівки, нанодропи та нановолокна. Графен та сполуки на його основі.

## **Форми контролю та критерії оцінювання**

Організування та проведення вступних випробувань до аспірантури здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного університету «Львівська політехніка» у відповідному році.

Вступний іспит зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» 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 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» формуються в обсязі програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності та затверджуються на засіданні Вченої ради ІМФН

Екзаменаційний білет вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» містить письмову компоненту з чотирьох питань, по два з розділів 1,2 кожне з яких оцінюється до 15 балів (максимальна сумарна кількість балів - 60), та усну, що є аналізом відповідей письмової компоненти, з оцінкою кожної до 10 балів (максимальна сумарна кількість балів - 40).

Критерії оцінювання кожного питання вступного іспиту є такими:

- Оцінка «відмінно» (13-15 балів для питань письмової компоненти та 8-10 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» (10-12 балів для питань письмової компоненти та 6-8 балів 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 припускається певних похибок у логіці викладу теоретичного змісту.
- Оцінка «задовільно» (6-9 балів для питань письмової компоненти та 3-5 балів 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» (0-5 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 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» 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 вимог чинного законодавства.

### **Література:**

1. Василечко Л.О., Кондир А.І. Фізичні методи дослідження функціональних матеріалів: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 323с.
2. Нанoeлектроніка / З.Готра, І.Григорчак, Б.Лукіянець, І.Большакова, П.Стахіра, Л.Політанський. Львів, Ліга-Прес, 2009. – 344 с.

3. Лукіянець Б.А., Понеділок Г.В., Рудавський Ю.К. Основи квантової фізики.– Львів, Вид-во НУ ЛП, 2009. – 420 с.
4. Андрущак А.С., Бурій О.А., Андрущак Н.А., Дем'янишин Н.М. Просторова анізотропія індукованих оптичних ефектів у кристалічних матеріалах. У 2-ох т. Т.1. Аналітичний опис, геометричне представлення та методика експерименту. – Львів: Простір М, 2019.–200с.
5. Кондир А.І. Наноматеріалознавство і нанотехнології: навч. посібник.– Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 452с.
6. Понеділок Г.В., Данилов А.Б. Електрика і магнетизм. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2010. – 514 с.
7. Понеділок Г.В., Данилов А.Б. Геометрична оптика – Оптичні системи та прилади . Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2010. – 226 с.
8. Готра З.Ю., Лопатинський І.Є., Лукіянець Б.А. та ін.. Фізичні основи електронної техніки. – Львів, Бескид Біт, 2004.
9. Лопушанський Я. Оптичні явища (Збірник задач, запитань і відповідей). Львів: Ліга-Прес, 2014. – 240 с.
10. Лопушанський Я. Електромагнітні явища (Збірник задач, запитань і відповідей). Львів: Ліга-Прес, 2014. – 204 с.
11. Лопушанський Я. Явища перенесення. Начала термодинаміки (Збірник задач, запитань і відповідей). Львів: Вид-во ЛДУ БЖД, 2016. – 256 с.
12. Царенко О.М. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів: навчальний посібник . – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – 243 с.
13. Фодчук І.М., Ткач О.О. Основи кристалографії. Чернівці. 2006. -108 с.
14. Словотенко Н.О., Бакуменко І.Т. Геометрична кристалографія. Ч.2: Навчальний посібник. ЛНУ імені Івана Франка, 2015–98 с.
15. Словотенко Н.О., Бакуменко І.Т.. Геометрична кристалографія. Ч.3: Навчальний посібник. ЛНУ імені Івана Франка, 2015 – 90 с.
16. Покропивний В. В., Поперенко Л.В. Фізика наноструктур: навч. посіб./ К.: ВПЦ "Київський університет", 2008. - 220 с.