МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

«Затверджую»
Ректор
Львівського національного університету
імені Івана Франка
_____ В.П. Мельник

Освітньо-наукова програма
підготовки доктора філософії
в аспірантурі Львівського національного Університету імені Івана Франка
за спеціальністю **105 Прикладна фізика та наноматеріали**
(освітньо-наукова програма рекомендована до впровадження Вченою радою
Львівського національного університету імені Івана Франка
Протокол № 20/5від 25.05.2016 року)

Галузь науки: **10 Природничі науки**
Обсяг освітньої складової програми: **40 кредитів ЄКТС**
Термін навчання: **чотири роки**
Форма навчання: **денна, вечірня, заочна**

«Погоджено»
Проректор з наукової роботи
Львівського національного
університету імені Івана Франка
_____ Р.Є. Гладишевський

«Погоджено»
Завідувач відділу аспірантури і
докторантури Львівського
національного університету імені
Івана Франка
_____ М.М. Дацик

Склад проектної групи:

Волошиновський Анатолій Степанович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри є ментальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка (керівник проектної групи);

Капустяник Володимир Богданович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики твердого тіла Львівського національного університету імені Івана Франка (член проектної групи);

Стадник Василь Йосипович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка (член проектної групи);

Щерба Іван Дмитрович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізики металів Львівського національного університету імені Івана Франка (член проектної групи);

Освітньо-наукова програма підготовки доктора філософії
в аспірантурі Львівського національного університету імені Івана Франка
за спеціальністю **105 Прикладна фізика та наноматеріали**
рекомендована до впровадження Вченою радою
фізичного факультету
протокол № 3 від 6.05.2016 року

Декан фізичного факультету _____ *проф. П.М. Якібчук*

ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА
підготовки доктора філософії з природничих наук за спеціальністю
105 Прикладна фізика та наноматеріали

1. Загальна характеристика освітньо-наукової програми

Освітньо-наукова програма підготовки доктора філософії чинна у Львівському національному університеті імені Івана Франка.

Науковий ступінь: **доктор філософії** з галузі знань **10 Природничі науки** за спеціальністю **105 Прикладна фізика та наноматеріали**.

Спеціалізації: **фізика напівпровідників і діелектриків, фізика металів**.

Освітній рівень: **третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти**.

Нормативний термін навчання: **чотири роки**.

Форма навчання: **денна, заочна, вечірня**.

Виконання освітньо-наукової програми є необхідною умовою академічної підготовки фахівця кваліфікації доктора філософії за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Програма встановлює:

– нормативний зміст навчання у Львівському національному університеті імені Івана Франка, обсяг і рівень засвоєння у процесі підготовки відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційної характеристики "доктор філософії" з галузі знань **10 Природничі науки** за спеціальністю **105 Прикладна фізика та наноматеріали**;

– перелік навчальних дисциплін підготовки доктора філософії;

– термін навчання.

Програма призначена для сертифікації доктора філософії та атестації випускника аспірантури Львівського національного університету імені Івана Франка.

2. Зміст освітньо-наукової програми

Освітньо-наукова програма складається з освітньої та наукової складових:

1. Професійна теоретична підготовка, що забезпечує підвищення освітнього рівня за відповідною спеціальністю і яка містить нормативні дисципліни і дисципліни вільного вибору аспіранта, розподілені між такими складовими: глибинні знання зі спеціальності, загальнонаукові компетентності, універсальні навички та мовні компетентності.
2. Науково-дослідна робота.
3. Підготовка та захист дисертаційної роботи.

Розподіл складових освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії та обов'язкового навчального часу за циклами приведено у Таблиці 1.

Таблиця 1

№	Цикл дисциплін	Навчальні години	Кредити
1	Професійна теоретична підготовка	1200	40
1.1	Нормативні навчальні дисципліни	660	22
1.1.1	Глибинні знання зі спеціальності	210	7
1.1.2	Загальнонаукові компетентності	120	4
1.1.3	Універсальні навички	120	4
1.1.4	Мовні компетентності	210	7
1.2	Дисципліни вибору аспіранта	540	18
1.2.1	Глибинні знання зі спеціальності	270	9
1.2.2	Загальнонаукові компетентності	270	9
2	Науково-дослідна робота	–	–
3	Підготовка та захист дисертаційної роботи	–	–

Нормативний зміст освітньо-наукової програми:

1. Система знань у вигляді переліку дисциплін з мінімальної кількістю навчальних годин/кредитів.

2. Анотації навчальних дисциплін.

3. Присвоєння кваліфікації доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки здійснюється після виконання освітньої складової та захисту дисертаційної роботи.

4. Університет має право у встановленому порядку змінювати назви навчальних дисциплін.

3. Мета і завдання освітньо-наукової програми

Метою освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії з прикладної фізики та наноматеріалів є розвиток загальних і фахових компетентностей для забезпечення підготовки кадрів вищої кваліфікації для здійснення науково-дослідної діяльності, аналітичної роботи, наукового консультування, а також у науково-педагогічній діяльності.

До основних завдань належать:

– Поглиблення теоретичної загальноуніверситетської та фахової підготовки.

– Підвищення рівня професійної та викладацької майстерності.

– Здобуття теоретичних знань, умінь, навичок та інших компетентностей, достатніх для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у галузі фізики.

– Розвиток науково-дослідних навичок для здійснення самостійних наукових досліджень.

– Розвиток навичок у написанні та оформленні результатів наукових робіт.

– Набуття знань і практичних навичок викладання у вищих навчальних закладах.

4. Система оцінювання

Результати навчальної діяльності аспіранта оцінюють за 100-бальною шкалою. Форми контролю – іспит або залік.

Співвідношення аудиторних годин і годин для самостійної роботи – 0,818 для денної та вечірньої форми навчання та 0,183 для заочної форми навчання.

5. Науково-дослідна робота аспіранта

Аспірант проводить наукові дослідження згідно з індивідуальним планом наукової роботи, в якому визначаються зміст, терміни виконання та обсяг науково-дослідних робіт. Індивідуальний план наукової роботи здобувач погоджує з науковим керівником і Вчена рада Університету затверджує план протягом двох місяців з дня зарахування здобувача до аспірантури.

6. Педагогічна практика аспіранта

Педагогічну практику аспірант проходить згідно з планом впродовж другого та третього року навчання в аспірантурі.

7. Програмні компетентності випускника аспірантури

У результаті навчання в аспірантурі здобувач повинен здобути компетентності розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних і створення нових цілісних знань та/або професійної практики, які включають:

– Найбільш передові концептуальні та методологічні знання в галузі науково-дослідної та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей (Знання та розуміння / Knowledge and understanding).

– Розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику, і розв'язання значущих соціальних, наукових, культурних, етичних та інших проблем (Застосування знань та розумінь / Applying knowledge and understanding).

– Критичний аналіз, оцінка та синтез нових і складних ідей (Формування тверджень / Making judgements).

– Спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в певній галузі наукової та/або професійної діяльності (Комунікативні навики / Communication skills).

– Ініціювання інноваційних комплексних проектів, лідерство та повна автономність під час їхньої реалізації. Соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень. Здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися впродовж життя, відповідальність за навчання інших (Навики навчання / Learning skills).

8. Розподіл змісту освітньо-наукової програми та навчальний час за дисциплінами підготовки

Дисципліна	Загальний обсяг	
	Кредити	Години
1. НОРМАТИВНІ ДИСЦИПЛІНИ		
Сучасні тенденції в фізиці	3	90
Науковий семінар	4	120
Філософія	4	120
Педагогічна практика	4	120
Іноземна мова за фаховим спрямуванням	7	210
Всього	22	660
2. ДИСЦИПЛІНИ ВІЛЬНОГО ВИБОРУ АСПІРАНТА		
1) Нанотехнології і методи візуалізації наноструктур 2) Випромінювальна релаксація електронних збуджень 3) Структура твердих тіл та дефекти кристалічної будови 4) Сучасні проблеми фізики реальних кристалів	3	90
1) Фізика поверхні твердого тіла 2) Цифрове управління фізичним експериментом 3) Фізичні основи нанотехнологій 4) Кріогеніка	3	90
1) Методи моделювання у фізиці наноструктур 2) Люмінесцентні та сцинтиляційні	3	90

матеріали 3) Електро-кінетичні властивості та магнетизм наноструктур 4) Комп'ютерне моделювання фізичних процесів		
1) Педагогіка вищої школи 2) Методологія підготовки наукової публікації	3	90
1) Психологія вищої школи 2) Підготовка науково-інноваційного проекту	3	90
1) Інформаційні технології та програмування 2) Інтелектуальна власність і трансфер технологій 3) Розвиток інновацій та підприємництво	3	90
Всього	18	540
Всього за час навчання	40	1200

9. Анотації дисциплін

1. НОРМАТИВНІ ДИСЦИПЛІНИ

"Сучасні тенденції в фізиці"

Мета: формування у майбутнього спеціаліста системи знань з фізики конденсованого стану і розуміння закономірностей утворення структури та її взаємозв'язку з фізичними властивостями. Це передбачає виклад основних розділів фізики конденсованого стану, з яких можна отримати решту навчального матеріалу. Головна увага звертається на розуміння ролі міжчастинкової взаємодії при формуванні конденсованих систем.

Предмет: питання фізики конденсованого стану. Розглядаються: рідини, тверді тіла, а також ефекти, які спостерігаються в цих речовинах. Причому класичні знання поєднуються з викладом найновіших теоретичних та експериментальних даних, опублікованих у періодичних наукових виданнях та монографіях. Для успішного засвоєння даного курсу необхідними є знання з курсів загальної фізики, термодинаміки, фізики твердого тіла, фізики невпорядкованих систем, фізики кластерів та наносистем, а також статистичної фізики та кристалографії, що дасть змогу поєднати теоретичні та експериментальні дані та побачити перспективи подальших наукових досліджень у цій галузі.

Зміст курсу:

- Напівпровідникові високотемпературні надпровідні матеріали – сучасний стан та перспективи.
- Аморфні напівпровідники.
- Спінтроніка: фізичні принципи, пристрої, перспективи.
- Органічні напівпровідники.
- Практичне використання органічних напівпровідників. OLED технології.
- Наноматеріали і нанотехнології.
- Нові матеріали для детекторів іонізаційного випромінювання.
- Рідкі кристали.
- Метаматеріали.
- Досягнення і проблеми термоелектрики.
- Математичне моделювання технологічних процесів та експериментів.
- Хемотроніка.
- Біоелектроніка.
- Квантові обчислювальні системи.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспірант вивчає на третьому році навчання.

“Науковий семінар”

Мета: вдосконалення навичок представлення власних наукових результатів (у тому числі іноземною мовою), аналізі доповідей інших науковців щодо нових результатів, концепцій і теорій, кваліфікованому веденні наукових дискусій.

Предмет: нові результати, концепції, теорії, підготовка наукової доповіді (текст, презентація), відповіді на питання, ведення дискусії.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспірант бере участь у науковому семінарі впродовж першого-четвертого років навчання.

“Філософія”

Мета: формування комплексу знань про головні особливості філософського та інтелектуального процесу в XX – початку XXI століть в їхньому зв’язку з сучасним цивілізаційним, соціальним, культурним і науковим поступом.

Предмет: світоглядне, духовно-практичне, морально-етичне й теоретичне відношення людини до реальності та головні інтелектуальні чинники її перетворення й суб’єктивного преображення особи.

Зміст курсу:

- Виникнення філософії та її актуальність: світогляд, філософія, метафізика і наука. Глобальні виклики перед розумом і філософією.
- Лінгвістичний поворот, витоки аналітичної філософії та її сучасний стан.
- Позитивістська та екзистенційна традиції в сучасній філософії як парадигмальне виявлення саєнтизму та антисайєнтизму.
- Метафізика та онтологія в аспекті некласичної філософії
- Природа знання, джерела його істинності та межі наукового пізнання.
- Проблематика розуму і свідомості та її осягнення у феноменології й герменевтиці.
- Філософія «втіленого розуму» в аспекті розвитку когнітивістики.
- Класична, некласична й посткласична моделі розвитку науки.
- Філософська антропологія і проблема людини.
- Соціальна філософія та філософія історії й культури.
- Ситуація постмодернізму в сучасній філософії та її семіотичне обумовленість.

Місце дисципліни в структурі курсу: аспіранти вивчають на першому році навчання.

“Педагогічна практика”

Мета: вдосконалення знань, формування в аспірантів системи умінь самоорганізації педагогічної діяльності, набуття педагогічного досвіду організації освітнього процесу у вищому навчальному закладі.

Предмет: практична педагогічна діяльність як викладача, адаптація до освітнього середовища вищого навчального закладу.

Зміст практики:

- Відвідування й аналіз навчальних занять, проведених викладачами у закладі вищої освіти.
- Визначення концептуальних засад організації педагогічної діяльності у вищій школі.
- Ознайомлення з робочою програмою, змістом навчального курсу (за фахом).
- Планування структури, розроблення методики й здійснення підготовки до проведення лекційних, семінарських, практичних, лабораторних занять.
- Підготовка навчально-методичного забезпечення освітнього процесу у вищій школі.
- Написання конспектів навчальних занять.
- Налагодження контакту й організація педагогічної взаємодії зі студентами.
- Проведення різних за формою навчальних занять.
- Здійснення аналізу проведених колегами та самостійно організованих навчальних занять;
- Організація самостійної роботи студентів.
- Впровадження у навчальний процес інноваційних освітніх технологій та авторських методик.

- Вироблення індивідуального стилю організації педагогічної взаємодії та навчально-пізнавальної діяльності студентів.
- Аналіз педагогічних ситуацій та самостійне прийняття рішень щодо вирішення проблем.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти проходять на третьому році навчання.

“Іноземна мова за фаховим спрямуванням”

Мета: формування мовної і мовленнєвої компетентностей аспірантів на рівні С1, які забезпечать можливість вільно спілкуватися та ефективно реалізовувати науково-професійні цілі іноземною мовою.

Предмет: граматичні, стилістичні та дискурсивні аспекти іноземної мови науково-професійного спрямування.

Зміст курсу:
- Основні морфологічні і синтаксичні категорії іншомовного наукового мовлення.
- Провідні характеристики наукового стилю.
- Засоби вираження певних комунікативних інтенцій.
- Техніки читання наукових текстів іноземними мовами.
- Формальні правила семантичних та текстових моделей породження висловлювань, притаманних науковій сфері.
- Техніки написання анотацій і рефератів.
- Створення презентацій для міжнародних наукових конференцій.
- Структура і композиція основних видів наукових текстів.
- Структура і композиція усних повідомлень на наукову тематику.
- Алгоритми написання наукових текстів.
- Види науково-професійної кореспонденції іноземними мовами.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на першому році навчання.

2. ДИСЦИПЛІНИ ВІЛЬНОГО ВИБОРУ АСПІРАНТА

“Нанотехнології і методи візуалізації наноструктур”

Мета: формування теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять отримати, візуалізувати та інтерпретувати характеристики систем наночастинок з унікальними фізичними властивостями, за допомогою електронної растрової, атомно-силової та тунельної мікроскопії, проводити статистичну обробку топології поверхні, виводити закономірності між кристалічною структурою і фізичними властивостями наносистем.

Предмет: теоретичні основи отримання та обробки зображень, отриманих за допомогою атомного силового, електронного растрового та тунельного мікроскопів. Основні характеристики наносистем, закономірності залежності фізичних властивостей параметрів поверхні для тонкоплівкових наносистем.

Зміст курсу:
- Теоретичні основи отримання зображень наносистем за допомогою електронної растрової, атомно-силової та тунельної мікроскопії.
- Вплив фізичних властивостей нанорозмірних систем на параметри їхньої візуалізації.
- Основи статистичної та математичної обробки двомірних сигналів.
- Обробка топологічних зображень в просторовій та частотних областях. Перетворення Фур’є.
- Інтерпретація фазоконтрастних зображень у растровій електронній мікроскопії.
- Обробка дво- та трьохмірних масивів даних, що описують топологічні та фазоконтрастні властивості наноструктурованих систем за допомогою програмного забезпечення для обробки зображень.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Випромінювальна релаксація електронних збуджень”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків стосовно механізмів люмінесценції, які дозволять інтерпретувати спектрально-кінетичні особливості люмінесцентних матеріалів, виводити закономірності між хімічним складом матриці і природою люмінесцентних домішок та люмінесцентно-кінетичними параметрами матеріалів.

Предмет: теоретичні основи виникнення люмінесценції за різними механізмами, базові характеристики систем, що володіють різними видами власної та домішкової люмінесценції. Властивості найбільш поширених люмінесцентних матеріалів різного призначення.

Зміст курсу:

- Механізми власної люмінесценції кристалів.
- Екситонна, внутрізонна, міжзонна, остовно-валентна люмінесценція.
- Міграція нейтральних електронних збуджень.
- Домішкова люмінесценція, основні типи люмінесцентних домішок.
- Кінетика люмінесцентних процесів.
- Сенсибілізована люмінесценція.
- Реабсорбція люмінесценції.
- Термостимульована люмінесценція.
- Гасіння люмінесценції.
- Основні люмінесцентні матеріали та їх параметри.
- Електролюмінесценція.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Структура твердих тіл та дефекти кристалічної будови”

Мета: оволодіння основними методами дослідження структури твердих тіл та дефектів кристалічної будови (дифракція рентгенівських променів, електронів, нейтронів, взаємодія рентгенівських променів з речовиною)..

Предмет: кінематичне розсіяння рентгенівських променів та електронів на елементарній комірці; зміна інтенсивності та розміщення структурних максимумів при структурних фазових перетвореннях при порушеннях кристалічної гратки, величини макро- і мікронапружень.

Зміст курсу:

- Структура твердих тіл
- Багатокомпонентні системи
- Рентгенографічне визначення структури елементів та сплавів
- Дослідження фазового складу і субструктури металографічним методом
- Електронна мікроскопія
- Електронографія
- Растрова електронна мікроскопія
- Дифракція повільних електронів
- Визначення ближнього порядку в аморфних твердих тілах. Зміна ближнього порядку в аморфних сплавах при температурній і часовій витримці.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Сучасні проблеми фізики реальних кристалів”

Мета: формування цілісної картини фізичних явищ, пов’язаних з фізикою реальних кристалів, що передбачає вивчення будови реальних кристалів, з’ясування впливу зовнішніх чинників на оптичні параметри кристалів, вивчення спектрально-кінетичних та мас-спектрометричних методів дослідження кристалів.

Предмет: фізичні основи отримання кристалів; рідкі кристали; вплив зовнішніх чинників на фізичні властивості кристалів.

Зміст курсу:

- Реальні кристали. Дефекти кристалічної ґратки. Дислокації. Тензор та скаляр густини дислокацій.
- Двійники. Операції двійникування.
- Механічне двійникування кристалів. Полярність, елементи та типи двійникування. Руйнування кристалів. Площина спайності. Поверхня руйнування.
- Виявлення дефектів ґратки. Іонна мікроскопія. Електронна мікроскопія. Рентгенівські методи. Метод фотопружності.
- Піроелектричний та п'єзоелектричний ефекти. Електрострикція.
- Рідкі кристали: текстура та оптичні властивості. Термодинамічні стани рідких кристалів.
- Термічні, магнітні та електричні властивості рідких кристалів.
- Несумірні фази в кристалах, термодинамічний розгляд фазових переходів.
- Конденсація м'якої моди. «Чортова драбина» у несумірно модульованих кристалах.
- Електронна поляризовність кристалів. Вплив домішок на електронну поляризовність кристалів.
- Аналіз параметрів кристалів за спектрами поглинання та пропускання. Ренгенівська, рентгеноелектронна та фотоелектронна спектроскопія.
- Оптична спектроскопія, еліпсометрія як метод дослідження фізичних властивостей кристалів.
- Рефрактивні методи дослідження кристалооптичних параметрів твердих тіл.
- Сенсори на основі кристалів. Методи визначення температури та тиску на базі кристалів з інверсією двопроменезаломлення.
- Температурно-спектрально-баричні діаграми ізотропного стану кристалічних діелектриків.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспірант вивчає на другому році навчання.

"Фізика поверхні твердого тіла"

Мета: формування у майбутнього науковця поняття про властивості поверхні, що ґрунтуються на її особливих симетрії, електронній будові та складі, знайомство з різноманітними поверхнево-чутливими фізичними методами дослідження структури та властивостей поверхні твердотільного зразка, а також практичних навиків щодо оптимального вибору методу, його використання та аналізу отриманих даних при дослідженні поверхні конкретного об'єкта під час виконання докторських робіт.

Предмет: фізико-хімічні властивості, елементний склад, фізична та енергетична структура поверхні твердого тіла.

Зміст курсу:

- Структура поверхні. Підготовка до дослідження та умови експерименту.
- Мікроскопійні методи спостереження поверхні. Електронна та зондова мікроскопія.
- Використання дифракції при дослідженнях поверхні. Дифракційні методи дослідження фізичної структури поверхні.
- Склад поверхневого шару. Особливості застосування об'ємних методів при дослідженні поверхні. Методи аналізу приповерхневого шару твердотільного зразка при зондуванні йонами та електронами.
- Енергетична структура поверхні. Методи дослідження приповерхневого шару твердотільного зразка при зондуванні електронами та фотонами.
- Процеси на поверхні: дослідження адсорбції та міграції. Вимірювання роботи виходу.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

"Цифрове управління фізичним експериментом"

Мета: ознайомлення з основними поняттями, що визначають автоматизацію фізичного експерименту, основними технічними засобами, що використовуються при автоматизації,

набуття практичних навичок їх використання, показ можливостей, які відкривають автоматизовані експериментальні установки.

Предмет: комплекс засобів і методів для прискорення збору і обробки експериментальних даних, основні інтерфейси обміну даними між ЕОМ і периферійними пристроями, будова і принципи використання мікроконтролерів у фізичному експерименті.

Зміст курсу:

- ЕОМ в системі автоматизації експерименту.
- Архітектура мікроконтролерів.
- Периферійні пристрої мікроконтролерів.
- Обмін даними між ЕОМ та мікроконтролером.
- Розробка програмного забезпечення експерименту на стороні ЕОМ.
- Програмування мікроконтролера.
- Розробка автоматизованого оптичного спектрометра.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Фізичні основи нанотехнологій”

Мета: формування у майбутнього фахівця системних знань з будови, методів синтезу та способів дослідження фізико-хімічних властивостей нанорозмірних матеріалів різного типу . Це передбачає вивчення закономірностей внутрішньої будови кластерів, наночастинок та складних структурних формувань, включаючи нанокомпозити та газонаповнені металічні сплави (газари), а також фізичні основи методів покращення параметрів, які визначають основні експлуатаційні характеристики.

Предмет: вивчення фізичних основ синтезу наноматеріалів, дослідження їхньої структури та фізичних властивостей, а також методів формування складних нанокомпозитних систем і наноматеріалів різного типу, включаючи кластери, наночастинки, карбонові нанотрубки, графен тощо. Необхідність вивчення фізичних процесів, які відбуваються у наноструктурних матеріалах мотивується перш за все сучасними особливостями професійної діяльності фізика, яка передбачає роботу з різними речовинами і пошук нових матеріалів з комплексом практично важливих характеристик.

Зміст курсу:

- Предмет фізики нанотехнологій та історія його виникнення.
- Наноматеріали та їх класифікація.
- Кремнієва та карбонова одноатомні площини. Дефектно-домішкова інженерія.
- Ефекти ізотопного безладу у фононній теплопровідності неметалів.
- Оптичні властивості нанокомпозитів.
- Фізичні властивості карбонових нанотрубок і матеріалів на їх основі.
- Композиційні матеріали на основі поруватого кремнію.
- Ефекти розмірного квантування в наноструктурах.
- Теплопередача і безконтактне тертя між наноструктурами.
- Особливості електронної будови металевих кластерів.
- Електронний транспорт у мезо- і наноскопічних системах.
- Структура та властивості нанокомпозитних покрить.
- Методи дослідження наноструктур.
- Методи отримання структурованих наноматеріалів.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Кріогеніка”

Мета: формування цілісної картини фізичних явищ, пов’язаних із процесами, які відбуваються у фізичній системі в разі квантування енергії речовини та фазових переходів типу газ–рідина і рідина–тверде тіло та в конденсованих системах за низьких температур.

Предмет: основні методи отримання низьких температур; особливості теплопередачі кріогенних матеріалів та холодоагентів; методи вимірювання температури; низькотемпературні властивості матеріалів.

Зміст курсу:

- Властивості робочих речовин кріогенних систем. Фазові перетворення та властивості основних кріогазів.
- λ-перехід у гелію. Явище надплинності. Другий звук у He II.
- Теплофізичні властивості біоматеріалів.
- Основні термодинамічні процеси отримання низьких температур.
- Процес охолодження з використанням робочого середовища в твердому стані. Адіабатне розмагнічування. Термоелектричне та десорбційне охолодження.
- Наднизькі температури.
- Процеси охолодження, засновані на використанні властивостей 4He і 3He. Охолодження шляхом розчинення 3He в 4He.
- Ефект Померанчука. Охолодження адіабатною кристалізацією.
- Кріокристали.
- Властивості і характеристики інертних газів у рідкому стані.
- Теплофізичні властивості твердих тіл за низьких температур.
- Електрофізичні властивості твердих тіл за низьких температур.
- Механічні властивості твердих тіл за низьких температур.
- Магнітні властивості твердих тіл за низьких температур.
- Оптичні властивості твердих тіл за низьких температур.
- Нановластивості кристалів за низьких температур.
- Низькотемпературна динаміка кристалічної ґратки.
- Фононний спектр за низьких температурах.
- Екситони. Низькотемпературна екситон-фотонна взаємодія.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспірант вивчає на другому році навчання.

“Методи моделювання у фізиці наноструктур”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків із використання комп’ютерних методів у моделюванні фізичних властивостей нанооб’єктів, які дозволять виводити закономірності між складом, структурою та електронним спектром і фізичними властивостями наноструктур.

Предмет: квантомеханічні моделі реальних об’єктів та основні методи розрахунків їх властивостей, зокрема, першопринципні, напівемпіричні та емпіричні методи розрахунку енергетичної структури, оптичних спектрів, атомних та пружних характеристик наноструктур.

Зміст курсу:

- Властивості електронного спектру нанорозмірних об'єктів.
- Квантово-механічні і класичні моделі наноструктур.
- Мікроскопічні і мезоскопічні методи моделювання (Монте-Карло і молекулярна динаміка, дисипативна динаміка часток, теоретико-польові методи, методи скінчених елементів).
- Молекулярне конструювання. Комп'ютерна візуалізація нанооб'єктів. Можливості чисельного експерименту.
- Програмні продукти для моделювання наносистем

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Люмінесцентні та сцинтиляційні матеріали”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять проводити дослідження в області розробки матеріалів для детектування ядерного і космічного випромінювання, забезпечення експериментів в області фізики високих енергій, виводити закономірності між хімічним складом, кристалічною та електронною структурою і сцинтиляційними властивостями матеріалів.

Предмет: теоретичні основи перебігу сцинтиляційних процесів, базові характеристики найбільш поширених промислових сцинтиляторів різного призначення та сцинтиляційних матеріалів із рекордними параметрами світловиходу та швидкодії, залежності основних сцинтиляційних параметрів матеріалів від типу їх люмінесценції.

Зміст курсу:

- Взаємодія твердих тіл з іонізуючим випромінюванням.
- Вторинні процеси в діелектричних матеріалах.
- Спектр збуджень в діелектриках.
- Міграція заряджених збуджень.
- Розмноження електронних збуджень.
- Кінетика сцинтиляційного процесу.
- Захоплення електронів.
- Сцинтиляційні процеси в наноматеріалах.
- Основні сцинтиляційні матеріали та їх параметри.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Електро-кінетичні властивості та магнетизм наноструктур”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять інтерпретувати якісні і кількісні характеристики систем з унікальними фізичними властивостями, виводити закономірності між хімічним складом, кристалічною та електронною структурою і фізичними властивостями таких класів сполук, що в подальшому стане цінним інструментом під час виконання дисертаційних робіт.

Предмет: основні відомості про теоретичні основи виникнення унікальних властивостей в окремих класах неорганічних сполук, базові характеристики систем з нетиповими властивостями, закономірності залежності фізичних властивостей від зовнішніх чинників.

Зміст курсу:

- Основні магнітні параметри та методи їх вимірювання.
- Вплив наноструктурованого об’ємного матеріалу на магнітні властивості діамагнетиків.
- Вплив наноструктурованого об’ємного матеріалу на магнітні властивості парамагнетиків
- Вплив наноструктурування об’ємного матеріалу на магнітні властивості феромагнетиків.
- Магнітні властивості нанотрубок.
- Магнетизм кластерів.
- Теоретичний аналіз температурного ходу магнітної сприйнятливості ГЦК систем з різними типами обмінної взаємодії між атомами.
- Криві намагнічування низькорозмірних порошкових матеріалів.
- Магнітні властивості аморфних сплавів при нанокристалізації.
- Феромагнітні рідини.
- Магнітні фазові перетворення для нанокластерів і наноструктур..

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Комп’ютерне моделювання фізичних процесів”

Мета: розглянути методи комп’ютерного моделювання фізичних процесів в твердих тілах як вид фізичного експерименту та їх реалізацію за допомогою програмування на Python та математичних середовищ Mathcad, Sage.

Предмет: бібліотеки Python, на основі яких проводиться чисельне розв’язування рівнянь та візуалізація їх розв’язків; побудова математичних моделей фізичних процесів; моделювання оптичних, електричних властивостей напівпровідників та діелектриків під дією зовнішніх чинників.

Зміст курсу:

- Місце комп'ютерного експерименту у фізиці. ООП Python. Схема обчислювального експерименту.
- Задача про перколяцію. Теорія протікання. Моделювання дифузії у невпорядкованих середовищах.
- Розрахунок еквіпотенціальних поверхонь та силових ліній у випадку декількох джерел електричного поля.
- Кінетичні ефекти перенесення заряду у напівпровідниках.
- Рівняння електронейтральності. Моделювання температурних залежностей рівня Фермі, провідності та ефекту Холла.
- Розв'язок диференціальних рівнянь з декількома незалежними змінними.
- Кінцево-різницева апроксимація. Рівняння теплопровідності тонкого стержня коливання ланцюжка атомів
- Чисельне інтегрування методом Монте-Карло. Застосування методу.
- Динаміка системи багатьох частинок. Методи молекулярної динаміки.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспірант вивчає на другому році навчання.

"Педагогіка вищої школи"

Мета: формування системи теоретичних знань і практичних умінь організації освітнього процесу, педагогічної спрямованості й особистісної концепції викладацької діяльності у вищій школі.

Предмет: філософія вищої освіти, педагогічна діяльність викладача вищої школи як система, організація освітнього процесу у вищій школі.

Зміст курсу:

- Теоретико-методологічні засади організації освітнього процесу у вищій школі.
- Мета, функції педагогічної діяльності, обов'язки викладача вищої школи.
- Науково-педагогічні, моральні цінності викладача.
- Система умінь педагогічної діяльності викладача у вищій школі.
- Складові, засоби педагогічної техніки, невербальної поведінки викладача.
- Особливості, напрями організації діалогічного спілкування зі студентами.
- Організація педагогічної взаємодії відповідно до індивідуально-типологічних особливостей студентів (типу темпераменту, виду інтелекту, стилю навчально-пізнавальної діяльності, типу соціальної поведінки).
- Критерії професійної етики, педагогічного такту викладача.
- Особливості, методи, прийоми емоційно-виховного впливу на поведінку студентів.
- Шляхи, способи вирішення проблем дисципліни та конфліктів зі студентами.
- Структура, психолого-педагогічні аспекти організації навчально-пізнавальної діяльності студентів.
- Формування наукових понять, практичних умінь й навичок студентів.
- Сучасні стратегії, методи навчання студентів.
- Структура, зміст, процес організації лекції, практично-семінарського (лабораторного) заняття, самостійної роботи студентів.
- Шляхи формування позитивної мотивації навчання студентів.
- Норми, критерії оцінювання знань, умінь студентів, організація зворотного зв'язку в навчальному процесі.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

"Методологія підготовки наукової публікації"

Мета: здобуття необхідних знань і практичних навичок, які дозволять аспіранту в ході виконання дисертаційної роботи готувати до друку в міжнародних і вітчизняних фахових періодичних виданнях результати експериментальних досліджень з метою ознайомлення з отриманими результатами інших науковців, які працюють у відповідних напрямках;

проводити апробацію результатів дисертаційної роботи на міжнародних і вітчизняних наукових конференціях.

Предмет: основні засади підготовки наукових публікацій, науковометричні бази фахових видань, види наукових публікацій, структура наукової статті, правила оформлення наукової публікації згідно з вимогами наукових видань.

Зміст курсу:

- Структура наукової публікації (наукова стаття, тези і матеріали конференції, патент, монографія).
- Науковометричні бази фахових видань. Рейтинг наукових журналів. Імпакт-фактор журналу. Індекс Гірша науковця.
- Критичний аналіз наукової літератури з сучасних напрямків дослідження. Використання інформації літературних і довідникових джерел для аналізу експериментальних результатів.
- Оформлення тез і матеріалів наукової конференції.
- Логіка побудови та правила оформлення наукової статті, її підготовка до опублікування.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

"Психологія вищої школи"

Мета: формування знань про психологічні особливості діяльності студентів і викладачів в рамках навчально-виховного процесу та практичних психологічних вмінь і навичок, необхідних у розробці ефективних методик викладання, результативного використання властивостей пізнавальних психічних процесів та особистісних якостей студентів для досягнення навчально-виховних цілей у вищій школі.

Предмет: суб′єкт-суб′єктні стосунки учасників навчально-виховного процесу у вищому навчальному закладі, психологічні особливості викладача та студента у їхній розвивальній взаємодії.

Зміст курсу:

- Вища освіта як предмет психологічного аналізу. Предмет, завдання і методи психології вищої школи.
- Вікові особливості студентської молоді.
- Психологічні засади управління навчальним процесом у вищій школі.
- Діяльність студента, діяльність викладача.
- Мотивація діяльності студента і викладача. Вивчення навчальної мотивації студентів.
- Вища школа як інститут соціалізації людини. Особистість студента і викладача.
- Індивідуальні особливості студента і його адаптація до навчання у вищому навчальному закладі.
- Пізнавальна діяльність студентів Навчальні стилі, дослідження різних типів навчальних стилів та їхня корекція.
- Психологічні теорії як підґрунтя сучасних методик викладання у вищому навчальному закладі. Застосування психологічних теорій для створення ефективних методик викладання у вищому навчальному закладі.
- Роль переживань та вольових процесів і якостей особистості у навчальному процесі у вищому навчальному закладі.
- Спілкування у вищому навчальному закладі. Вироблення навичок ефективного спілкування. Психологічні засади інтерактивного навчання.
- Планування часу і кар'єри студентів та викладачів.
- Формування і розвиток студентської групи, її роль у навчальному процесі.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Підготовка науково-інноваційного проекту”

Мета: формування практичних навичок, які дозволять підготувати науково-інноваційний проект: вміння викласти короткий зміст проекту, описати проблематику дослідження із зазначенням об’єкту та предмету дослідження, проаналізувати стан дослідження проблеми і тематики, сформулювати мету, основні завдання проекту, обґрунтувати актуальність виконання завдань, визначити підходи, методи та засоби виконання проекту, спрогнозувати результати виконання проекту, їхню наукову новизну та практичну цінність.

Предмет: запит на фінансування науково-інноваційного проекту, формулювання проблематики, об’єкту, предмету та мети дослідження, аналіз відомостей про стан дослідження за обраною тематикою, прогнозування наукової новизни та практичної цінності очікуваних результатів.

Зміст курсу:

- Анотація – короткий зміст проекту.
- Проблематика дослідження – проблема, на вирішення якої спрямовано проект, об’єкт і предмет дослідження.
- Стан досліджень проблеми і тематики.
- Мета ідеї та робочі гіпотези проекту, основні завдання та їхня актуальність.
- Підхід, його новизна, методи, засоби та особливості досліджень за проектом.
- Очікувані результати виконання проекту та їхня наукова новизна.
- Практична цінність для економіки та суспільства.
- Доробок та досвід авторів за тематикою проекту.
- Етапи виконання проекту – план проведення робіт, зміст етапів виконання, очікувані результати за кожним етапом, звітна документація.
- Фінансове обґрунтування витрат для виконання проекту.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспірант вивчає на другому році навчання.

“Інформаційні технології та програмування”

Мета:формування системи базових знань сучасних інформаційних технологій з елементами програмування за програмою наукової підготовки аспірантів; отримання знань про можливості сучасних комп’ютерів щодо практичного застосування; вивчення методів практичного використання стандартних засобів операційної системи комп’ютера; вивчення методик організації науково-педагогічної роботи з використанням комп’ютерів.

Предмет: математичні і системні принципи будови комп’ютерів сучасного рівня; програмування як метод розв’язування задач;операційна система комп’ютера і прикладні засоби використання; методи редагування текстових документів з елементами програмного опрацювання; табличне і графічне зображення даних наукових досліджень і програмування автоматичного аналізу; організація баз даних і систем забезпечення роботи з базами даних; планування і створення комп’ютерних презентацій з елементами програмованого керування; прикладні аспекти роботи в глобальній і локальній комп’ютерній мережі.

Зміст курсу:

- Математичні і системні принципи будови сучасних комп’ютерів.
- Операційна система комп’ютера і прикладні засоби використання.
- Методи редагування текстових документів.
- Автоматизація опрацювання тексту на основі алгоритмів і елементів програмування.
- Табличне і графічне зображення даних наукових досліджень.
- Бази даних та їх застосування.
- Планування і створення комп’ютерних презентацій.
- Глобальні і локальні комп’ютерні мережі.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

“Інтелектуальна власність і трансфер технологій”

Мета: формування теоретичних знань і практичних навиків, які дозволяють опанувати основні засади інституту інтелектуальної власності, вивчити правове регулювання і позиції

судової практики щодо особливостей розгляду судових справ цієї категорії, вирішувати конкретні юридичні ситуації.

Предмет: теоретичні основи виникнення прав інтелектуальної власності, засади їх здійснення та захисту, характеристики основних інститутів інтелектуального права (авторське право, патентне право, засоби індивідуалізації товарів і учасників, договори про передання майнових прав інтелектуальної власності).

Зміст курсу:

- Суб'єкти та об'єкти права інтелектуальної власності
- Зміст прав інтелектуальної власності
- Авторське право і суміжні права
- Право інтелектуальної власності на винахід, корисну модель, промисловий зразок
- Право інтелектуальної власності на торговельну марку
- Право інтелектуальної власності на комерційне найменування
- Право інтелектуальної власності на географічне зазначення
- Право інтелектуальної власності на інші об'єкти інтелектуальної власності
- Захист прав інтелектуальної власності
- Передання майнових прав інтелектуальної власності
- Державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій
- Регулювання відносин інтелектуальної власності в країнах ЄС та США

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання.

"Інновації та підприємництво"

Мета: формування комплексу знань і навиків розроблення, впровадження інновацій та управління інноваційними процесами у підприємництві.

Предмет: закономірності, принципи та чинники розвитку інноваційних процесів у підприємницькій діяльності.

Зміст курсу:

- Інновації та економічний розвиток. Теоретичні основи інноваційної діяльності суб'єктів підприємництва.
- Основні категорії, принципи та методи управління інноваційною діяльністю суб'єктів підприємництва.
- Суть, етапи та інструменти організації інноваційного процесу у підприємництві.
- Формування та розвиток інноваційних бізнес-моделей. Інноваційні бізнес-проекти.
- Джерела та методи фінансування інноваційної діяльності.
- Інформаційно-аналітична база та показники моніторингу інноваційного розвитку суб'єктів підприємницької діяльності.
- Організаційні форми впровадження інноваційних проектів (технопарки, технополіси, бізнес-інкубатори). Ринок інновацій та його інфраструктура.
- Державна підтримка та регулювання інноваційної діяльності суб'єктів підприємництва. Національні інноваційні системи.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають на другому році навчання

10. Графік виконання аспірантом індивідуального плану науково-дослідної роботи

Рік навчання	Робота над дисертацією	Публікація статей	Участь у конференціях
Перший рік			
1 семестр	Робота з літературними джерелами за темою дисертації. Вибір методів експериментальних досліджень.	–	–
2 семестр	Оптимізація методів експериментальних досліджень.	1	1
Другий рік			
3 семестр	Оформлення літературного огляду. Проведення експериментальних досліджень.	–	–
4 семестр	Проведення експериментальних досліджень.	1	2
Третій рік			
5 семестр	Проведення експериментальних досліджень.	–	–
6 семестр	Узагальнення результатів експериментальних досліджень.	1	2
Четвертий рік			
7 семестр	Формулювання висновків.	2	–
8 семестр	Оформлення дисертаційної роботи. Подання її до захисту. Захист.	–	–

11. Тематика дисертаційних робіт.

1. Імпульсно керовані неорганічні люмінесцентні матеріали для STED мікроскопії
2. Неорганічні люмінесцентні біомітки для збудження квантами із області ближнього ультрафіолету
3. Вплив лазерного опромінення на структуру аморфних сплавів на основі заліза
4. Трансформація електронних станів в кристалах групи A_4BX_6.
5. Ефекти розмірного квантування екситонних станів в галогенідах індію і талію.
6. Електронна поляризовність одновісно навантажених кристалів K_2ZnCl_4 з несумірною фазою
7. Оптична спектроскопія та нелінійно-оптичні ефекти в кисневмісних сполуках металів
8. 5d-4f люмінесценція іонів лантанідів у фосфатних сполуках