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 **104 Фізика та астрономія**
(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:

Ткачук Володимир Михайлович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка (керівник проектної групи);

Ваврух Маркіян Васильович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри астрофізики Львівського національного університету імені Івана Франка (член проектної групи);

Мудрий Степан Іванович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики металів Львівського національного університету імені Івана Франка (член проектної групи);

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

Романюк Микола Олексійович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри експериментальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка (член проектної групи);

Франів Андрій Васильович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри експериментальної фізики 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 **104 Фізика та астрономія** 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
104 Фізика та астрономія

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 **104 фізика та астрономія**.

Спеціалізації: **астрофізика та фізика космосу, теоретична фізика, 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 104 Фізика та астрономія.

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 **104 фізика та астрономія**;

– 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 фізики та астрономії 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) Актуальні задачі сучасної астрофізики 2) Фізичні системи у квантованому просторі 3) Проблеми фізики напівпровідників і діелектриків 4) Спектроскопія екситонів 5) Термодинаміка та кінетика формування мікро- та наноструктур	3	90
1) Обробка результатів астрономічних спостережень 2) Сучасні математичні методи в теоретичній фізиці 3) Електронна мікроскопія та спектроскопія 4) Енергетична структура та оптичні спектри кристалів 5) Методи високоенергетичної спектроскопії у фізиці твердого тіла	3	90

1) Моделювання астрофізичних процесів та характеристик астрономічних об'єктів 2) Квантові комп'ютери та квантові обчислення 3) Комп'ютеризація фізичного експерименту 4) Люмінесцентна спектроскопія іонів лантанідів 5) Атомна динаміка в твердих тілах	3	90
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 загально 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:

- Конденсований стан речовини
- Сили і структура
- Поверхневі властивості рідин
- Кристалізація
- Розчини
- Критичні явища
- Рідкі кристали
- Аморфні сплави
- Нерівноважна термодинаміка
- Магнетизм
- Магнітокалоричний ефект

- Атомна динаміка в твердих тілах
- Дифузія
- Переходи метал-діелектрик, напівпровідник-метал
- Основи термоелектрики
- Основи фізики відкритих систем
- Фізичні основи створення хімічних джерел живлення
- Дисипативні структури

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 постнекласична 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

“Актуальні задачі сучасної астрофізики”

Мета: показати, як сучасні методи досліджень використовуються для вирішення актуальних питань астрофізики; описати нові методи, що виникли при розв'язуванні актуальних питань у різних галузях астрофізики.

Предмет: поглиблений огляд актуальних проблем сучасної астрофізики з критичним оглядом пропозицій їх вирішення; нові методи, що виникли при розв'язуванні актуальних питань у різних напрямах астрофізики.

Зміст курсу:

Актуальні задачі небулярної астрофізики: елементарні процеси у небулярній плазмі; методи розрахунку атомних даних для спектроскопії; методи діагностики світіння небулярного газу; моделювання світіння небулярних середовищ; проблеми пошуку хімічного вмісту дифузної матерії у Всесвіті; визначення вмісту первинного гелію та темпу його збагачення в процесі зоряної хімічної еволюції речовини у Всесвіті.

Області активного зореутворення: розвиток моделей зоряної еволюції; еволюційний популяційний синтез; хемодинамічні симуляції еволюції областей зореутворення та моделювання світіння небулярних середовищ, що їх оточують.

Основи гідродинамічних та магнітогідродинамічних симуляцій астрофізичних об'єктів на масштабах від зоряних фотосфер та подвійних зір до ядер активних галактик.

Актуальні проблеми ядерної астрофізики та зоряний нуклеосинтез.

Астрофізика високих енергій: прискорення заряджених частинок на фронтах ударних хвиль у залишках наднових; космічні промені та їх походження; фізика елементарних частинок та астрофізика.

Гравітаційні хвилі: розрахунок шаблонів для інтерпретації подій на лазерних інтерферометрах для реєстрації гравітаційних хвиль.

Сучасна космогонія та проблеми пошуку життя у Всесвіті.

Еволюція галактик та їх морфологія.

Космологія: моделі еволюції Всесвіту та спектр потужності космічного мікрохвильового реліктового випромінювання; прискорене розширення Всесвіту; нуклеосинтез великого вибуху.

“Фізичні системи у квантованому просторі”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків для дослідження фізичних систем у так званих квантованих просторах, які можуть бути ефективно описані деформаціями комутаційних співвідношень різного типу та деформаціями алґебри Гайзенберґа, знаходження спектрів квантових систем у квантованому просторі, розрахунку еволюції квантових та класичних систем у квантованому просторі.

Предмет: властивості класичних та квантових системи у квантованому просторі.

Зміст курсу:

- Квантова гравітація, теорія струн та особливості простору-часу на планківських масштабах.
- Узагальнений принцип невизначеностей та деформована алгебра Гайзенберга з мінімальною довжиною.
- Найпростіші фізичні системи у просторі з деформованою алгеброю Гайзенберга.
- Класифікація деформованих алгебр Гайзенберга.
- Простір з канонічною некомутативністю координат.
- Симетрійні властивості квантованого простору-часу.
- Багаточастинкові системи у квантованих просторах.

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

«Проблеми фізики напівпровідників і діелектриків»

Мета: ознайомити слухачів з основними закономірностями фізики напівпровідників і діелектриків, з різними типами фазових переходів у фероїках, що відносяться до широкозонних матеріалів, методами дослідження різних типів електропровідності, діелектричної дисперсії та оптико-спектральних властивостей, надати інформацію про можливості практичного застосування зазначених вище матеріалів, в тім числі, наноструктурованих..

Предмет: теоретичні основи механізмів провідності і діелектричних релаксаційних процесів у напівпровідниках і діелектриках, природа фазових переходів у фероїках, закономірності появи принципово нових властивостей завдяки розмірним ефектам у наноструктурованих матеріалах на основі напівпровідників і діелектриків.

Зміст курсу:

- Електрофізичні властивості напівпровідників і діелектриків.
- Діелектричні релаксаційні процеси
- Явище протонної провідності. Суперіоніки.
- Діелектрична дисперсія в сегнетоелектриках.
- Основні типи фазових переходів у фероїках.
- Природа неспівмірних фаз у фероїках.

- Край фундаментального поглинання у напівпровідниках і діелектриках. Емпіричне правило Урбаха.
- Фізичні властивості мультифероїків.
- Наноструктуровані матеріали на основі напівпровідників і діелектриків .

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

“Спектроскопія екситонів”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять інтерпретувати спектри екситонного поглинання та випромінювання, прогнозувати особливості та параметри екситонних збуджень в твердих тілах.

Предмет: теоретичні основи енергетичної структури та оптико-люмінесцентних властивостей екситонних збуджень в напівпровідникових та діелектричних матеріалах, у тому числі у матеріалах з просторовим обмеженням.

Зміст курсу:

- Екситонні ефекти в твердих тілах
- Екситони Френкеля та Ванье-Мотта
- Екситони в реальних кристалах
- Поляритони. Правило Урбаха.
- Екситон-фононна взаємодія
- Автолокалізовані дірки та екситони в ЛГК
- Міграція нейтральних електронних збуджень.
- Екситонно-домішкові комплекси.
- Екситони в системах з просторовим обмеженням. Розмірні та квантово-розмірні ефекти

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

“Термодинаміка та кінетика формування мікро- та наноструктур”

Мета: розвиток в аспірантів навиків самостійної роботи, практичного освоєння методів дослідження термодинамічних властивостей металів та сплавів, аналізу Р-Т-х діаграм стану, і відповідно, навчити здобувачів освіти користуватися в подальшій практичній роботі шляхом використання взаємозв’язку властивість-діаграма стану, навчити узагальнювати отримані експериментальні дані шляхом складання таблиць, побудови графіків та діаграм.

Предмет: основні фізичні та термодинамічні закономірності формування структури та властивостей металів та сплавів; Р-Т-х діаграми двокомпонентних систем, моделі розчинів, основні термодинамічні функції стосовно металічних розплавів; теорія та практика термодинамічного керування властивостями сплавів..

Зміст курсу:

- Термодинаміка розплавів
- Фазові рівноваги у бінарних системах.
- термодинамічна теорія розчинів.
- Термодинамічні моделі розчинів.
- Фазові рівноваги і структура розчинів у бінарних системах..
- Визначення термодинамічних властивостей розчинів з даних по фазових рівновагах.
- Рідкі метали і сплави.

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

“Обробка результатів астрономічних спостережень”

Мета: освоєння методів обробки спектральних, фотометричних, поляриметричних, лазерно-локаційних та інтерферометричних астрономічних спостережень, отримання навиків роботи з сучасними програмними реалізаціями цих методів. Огляд методик гравітаційно-хвильових спостережень та методів обробки результатів спостережень у підземній астрофізиці.

Предмет: положення світил на небесній сфері та їх власних рухів, вимірювання діаметрів небесних тіл і взаєморозташування деталей на їхній поверхні, визначення географічних

координат та азимутів на земній поверхні, вимірювання часу, спектроскопія, фотометрія, поляриметрія, лазерна локація штучних супутників Землі, інтерферометрія.

Зміст курсу:

Вимірювання часу.

Основні інструменти меридіанної астрометрії.

Сучасні астрономічні телескопи.

Сучасна астрономічна спектроскопія.

Сучасні астрономічні фотометри.

Радіоастрономічні спостереження

Обробка спостережуваних даних за допомогою пакетів IRAF та AIPS++.

Мережі лазерних локаторів та їх задачі. Організація лазерно-локаційних спостережень та обробка їх результатів.

Процедура побудови фундаментального каталогу.

Огляди неба. SDSS.

Бази даних результатів спостережень на космічних телескопах та їх обробка.

Вивчення обертання Землі.

Принципи космічної астрометрії.

Підземна астрофізика.

Гравітаційні детектори.

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

"Сучасні математичні методи в теоретичній фізиці"

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, пов'язаних із застосуванням сучасних методів теоретичної фізики, насамперед у галузі квантової механіки та статистичної фізики: теорія лінійних операторів в гільбертовому просторі, операторні методи, функціональне інтеґрування тощо.

Предмет: сучасні математичні методи для розрахунків властивостей одно- і багаточастинкових систем.

Зміст курсу:

- Метод функціонального інтегрування.
- Операторні методи.
- Метод вторинного квантування.
- Теорія лінійних операторів у гільбертовому просторі.
- Задачі на власні значення лінійних операторів у гільбертовому просторі з заданими граничними умовами.

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

"Електронна мікроскопія та спектроскопія"

Мета: формування поняття про методи мікроскопії, що ґрунтуються на вторинних ефектах різної природи, які виникають при взаємодії електронного пучка зі зразком та спектроскопії - при емісії електронів зразком, а також практичних навиків, які дозволять самостійно вибирати, обґрунтовувати та використовувати оптимальну методику електронних мікроскопії чи спектроскопії для конкретного об'єкта у процесі виконання докторських робіт.

Предмет: фізичні мікро- та макро характеристики зразків, які можна досліджувати за допомогою методів електронної мікроскопії та спектроскопії.

Зміст курсу:

- Взаємодія високоенергетичного пучка електронів з масивним твердотільним зразком. Вторинні ефекти.
- Використання вторинних ефектів для отримання інформації про склад та рельєф зразка. Можливості скануючої електронної мікроскопії.
- Взаємодія високоенергетичного пучка електронів з тонким твердотільним зразком. Дифракція електронів.

- Використання дифракції для отримання інформації про фізичну структуру та симетрію зразка. Можливості просвітної електронної мікроскопії.
- Взаємодія електромагнітного випромінювання зі зразком. Емісія вторинних електронів.
- Використання емітованих зразком електронів для отримання інформації про його енергетичну структуру. Можливості ультрафіолетової та рентгенівської фотоелектронних спектроскопій.
- Оже-електронна спектроскопія. Можливості, переваги, недоліки.

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

"Енергетична структура та оптичні спектри кристалів"

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять проводити практичні розрахунки зонних структур кристалів, інтерпретувати їх електронні енергетичні стани, розраховувати основні оптичні функції кристалів і проводити інтерпретацію їх спектральної структури, виводити закономірності між хімічним складом, кристалічною структурою і електронною зонною структурою та оптичними функціями кристалів.

Предмет: теоретичні основи розрахунків електронних енергетичних станів діелектричних кристалів та основних оптичних функцій, класифікація електронних енергетичних станів в кристалах, інтерпретація спектрів оптичного поглинання кристалів.

Зміст курсу:

- Класифікація методів теоретичних розрахунків зонних структур кристалів.
- Одноелектронні методи зонних розрахунків. Основні наближення при розрахунках зон кристалів.
- Теоретико-груповий аналіз при побудові зонної структури.
- Теоретична оцінка ряду фізичних параметрів на основі енергетичної зонної структури.
- Експериментальні оптико-спектральні методи визначення параметрів енергетичної структури кристалів.
- Розрахунок матриць переходів та основних оптичних функцій кристалів.
- Інтерпретація особливостей спектрів оптичного поглинання кристалів.
- Практичне використання пакету "Abinit" для розрахунку зонної енергетичної структури та оптичних функцій кристалів

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

"Методи високоенергетичної спектроскопії у фізиці твердого тіла"

Мета: навчити майбутніх спеціалістів володіти сучасними методами високоенергетичної спектроскопії для встановлення реальної електронно-енергетичної структури твердих фаз залежно від вмісту компонент та кристалічної структури. Зокрема, визначення валентного стану рідкісноземельних елементів, встановлення залежності енергетичної структури від заселеності 3d –рівнів перехідних елементів, побудова зонної структури сполук з різними кристалічними типами. Навчити аспірантів самостійно використовувати рентгенівські методи та метод Оже- спектроскопії для дослідження поверхні матеріалів, що в подальшому стане цінним інструментом під час виконання дисертаційних робіт.

Предмет: сучасні методи високоенергетичної спектроскопії, а саме фізика рентгенівських променів, основи рентгенівської емісійної спектроскопії, методи LIII- абсорбційної спектроскопії, оже-спектроскопія та рентгенофотоелектронна спектроскопія валентних та остових рівнів.

Зміст курсу:

- загальна характеристика та інформативність Х-променевих емісійних спектрів;
- методика одержання Х-емісійних спектрів;
- Х-емісійні спектри подвійних сполук;
- Х-спектри поглинання 3d-металів;
- Х- спектри поглинання рідкісноземельних металів;

- Х-фотоелектронна спектроскопія металів і їх сплавів;
- Х-фотоелектронна спектроскопія кристалів з неметалічною провідністю;
- енергія Оже-електронів в кристалах;
- хімічні зсуви в Оже-спектрах;
- Оже-спектри за участю зовнішніх електронів:
- електронна структура сполук з тетрагонально-антипризматичною координацією атомів найменшого радіусу.

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

“Моделювання астрофізичних процесів та характеристик астрономічних об'єктів”

Мета: поглиблений огляд та вивчення сучасних методів моделювання астрофізичних процесів та симуляції еволюції різноманітних астрофізичних об'єктів, основні принципи роботи з вже наявними їх програмними реалізаціями та набуття навиків у створенні нових ефективних комп'ютерних програм для моделювання в астрофізиці. Моделювання астрофізичних процесів — основа для розуміння явищ, що відбуваються в різноманітних астрофізичних об'єктах, які, у свою чергу, є предметом розгляду сучасної астрофізики.

Предмет: методи моделювання астрофізичних процесів та їх застосування в конкретних астрофізичних задачах.

Зміст курсу:

Чисельні методи, які найчастіше зустрічаються в сучасній астрофізиці.

Діагностика світіння газових туманностей.

Відтворення спектрів іонізуючого випромінювання.

Фотоіонізаційне моделювання світіння (ФМС) газопилових туманностей. Методи пошуку оптимальних ФМС.

Гідродинамічне та магентогідродинамічне моделювання астрофізичних процесів.

Моделювання процесів зореутворення (еволюційний популяційний синтез).

Хемодинамічні симуляції еволюції карликових галактик з активним зореутворенням.

Фотоіонізаційний аналіз результатів хемодинамічних симуляцій.

Магнетогідродинамічне моделювання в геліофізиці.

Моделювання релятивістських астрофізичних процесів.

Моделювання нуклеогенезису Великого Вибуху.

Утворення надскупчень та скупчень галактик.

Принципи розрахунку космологічних моделей.

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

“Квантові комп’ютери та квантові обчислення”

Мета: формування необхідних теоретичних знань про квантові комп’ютери та квантові обчислення, їх фізичні реалізації, набуття практичних навиків роботи з основними квантовими логічними елементами для побудови квантових алгоритмів

Предмет: властивості квантових логічних елементів, особливості квантових алгоритмів

Зміст курсу:

- Квантові біти та їх фізична реалізація.
- Заплутані квантові стани та квантові кореляції.
- Квантові логічні елементи.
- Квантові алгоритми.
- Декогеренція квантових систем.

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

“Комп’ютеризація фізичного експерименту”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять автоматизувати вимірювання фізичних величин, працювати з різними програмними

середовищами для здійснення збору та обробки даних в режимі реального часу, а також будувати, налагоджувати роботу, взаємодію та проводити підтримку комплексних систем вимірювання фізичних параметрів.

Предмет: теоретичні та практичні основи автоматизації систем вимірювання фізичних параметрів, базові характеристики систем аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення сигналів, накопичення та обробка отриманого масиву вимірів фізичних параметрів.

Зміст курсу:

- Вивчення сучасних програмних середовищ для автоматизації фізичного експерименту.
- Основи програмування в LabVIEW.
- Створення систем для вимірювання фізичних параметрів на основі програмного середовища LabVIEW.
- Основи оцифровування аналогових даних з допомогою сучасних мікроконтролерів.
- Створення вимірювальних систем фізичних параметрів на основі мікроконтролерів.
- Створення програмного забезпечення та його оптимізація для автоматизованих систем вимірювання фізичних параметрів

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

“Люмінесцентна спектроскопія іонів лантанідів”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять інтерпретувати якісні і кількісні характеристики люмінесцентних систем на основі іонів лантанідів, прогнозувати люмінесцентно-спектральні властивості матеріалів, що містять іони лантанідів, володіти методиками дослідження їх люмінесцентно-кінетичних параметрів.

Предмет: теоретичні основи та експериментальні підходи до створення нових люмінесцентних матеріалів, що містять іони лантанідів. Особливості експериментальних підходів до вивчення люмінесценцентних параметрів домішкових іонів лантанідів. Прикладні аспекти люмінесценції іонів лантанідів.

Зміст курсу:

- Електронна структура іонів лантанідів.
- Емпіричні підходи до розрахунку електронних станів лантанідів.
- Електронні f-f переходи: теорія Джадда-Офельта.
- 4f-5d-переходи та електронні переходи з переносом заряду.
- Вплив поля лігандів.
- Люмінесцентні процеси з квантовим виходом більше одиниці.
- Явище і механізми апконверсії.
- Сенсибілізована люмінесценція.
- Кінетика люмінесценції лантанідів.
- Іони лантанідів як люмінесцентні зонди.
- Органо-металічні люмінесцентні комплекси. Ефект антени.
- Люмінесцентні біопроби на основі лантанідів.

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

“Атомна динаміка в твердих тілах”

Мета: формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять отримати фундаментальні знання з атомної динаміки в твердих тілах, з особливим акцентом на нанорозмірних речовинах, включаючи кристалічні, аморфні та рідкі нанорозмірні частинки, які тісно пов’язані з основними фізичними характеристиками (теплоємність, теплопровідність, плазмонні коливання тощо) і є вкрай необхідними для розвитку сучасних нанотехнологій, що в подальшому створює добру фундаментальну і практичну базу знань для виконання дисертаційної роботи в даній галузі знань.

Предмет: основи діелектричної континуальної моделі для опису оптичних фононів і континуальної моделі для опису акустичних фононів в розмірно обмежених структурах і відмінність атомної динаміки в таких структурах від динамічних характеристик атомів у

масивних речовинах; механізм впливу розмірного фактора на динамічні властивості атомів у конденсованих середовищах..

Зміст курсу:

- Загальна характеристика фононів в наноструктурах.
- Вивчення оптичних і акустичних мод методом коливної спектроскопії
- Фонони і основні фізичні властивості наночастинок.
- Оптичні моди у розмірно обмежених структурах
- Континуальна модель акустичних фононів у розмірно-обмежених структурах.
- Розсіяння носіїв на фононах.
- Методи експериментального дослідження атомної динаміки у наноструктурах.

Місце дисципліни у структурі курсу: аспіранти вивчають 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 досліджень.	–	–
2 семестр	Оптимізація методів досліджень.	1	1
Другий рік			
3 семестр	Оформлення літературного огляду. Проведення досліджень.	–	–
4 семестр	Проведення досліджень.	1	2
Третій рік			
5 семестр	Проведення досліджень.	–	–
6 семестр	Узагальнення результатів досліджень.	1	2
Четвертий рік			
7 семестр	Формулювання висновків.	2	–
8 семестр	Оформлення дисертаційної роботи. Подання її до захисту. Захист.	–	–

11. Тематика дисертаційних досліджень

1. Дробові статистики як ефективні моделі фізичних систем
2. Квантовомеханічні моделі еніонів
3. Моделі магнітних молекул
4. Польові теорії у квантованому просторі-часі
5. Геометрична міра заплутаності у спінових системах
6. Низькотемпературні властивості дипольних бозе-конденсатів
7. Багатовимірні розчавлені чорні діри
8. Релаксація та трансформація електронних збуджень за участю іонів лантанідів у наночастинках фторидних сполук.
9. Дискримінація гама-нейтронних потоків на основі кристалів з остовно-валентною люмінесценцією.
10. Випромінювальні рекомбінаційні процеси в широкозонних нанокристалах, активованих іонами лантанідів