

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ФІЗИКИ КОНДЕНСОВАНИХ СИСТЕМ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор
Інституту фізики конденсованих
систем НАН України
академік НАН України

_____ І.М. Мриглод
" ____ " _____ 2021 р.

ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА

третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти

за спеціальністю 104 *Фізика та астрономія*

галузі знань 10 *Природничі науки*

Кваліфікація: Доктор філософії в галузі *Природничі науки*

за спеціальністю 104 *Фізика та астрономія*

Спеціалізація: Теорія конденсованої речовини

**(ПРОЕКТ ОНП ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ ТА
ПРИЙНЯТТЯ ВЧЕНОЮ РАДОЮ В 2021 РОЦІ)**

Розглянуто та затверджено
Вченою радою ІФКС НАНУ
(протокол № _____
від «____» _____ 2021 р.)

Львів 2021 р.

Розроблено проектною групою за спеціальністю *104 Фізика та астрономія* та спеціалізацією *Фізика конденсованих систем* у складі:

Керівник:

Брик Т. М. – д.ф.-м.н., ст. наук. співр., заступник
директора з наукових питань ІФКС НАН
України

Члени:

Головач Ю. В. – д.ф.-м.н., проф., член-кореспондент НАНУ,
завідувач відділу ІФКС НАН України
(представник роботодавців)

Ільницький Я.М. – д.ф.-м.н., ст. наук. співр., провідний
науковий співробітник ІФКС НАН України

Козловський М. П. – д.ф.-м.н., проф., провідний науковий
співробітник ІФКС НАН України

Ткачук В. М. - д.ф.-м.н., проф., завідувач кафедри
теоретичної фізики Львівського
національного університету ім. І. Франка
(представник роботодавців)

Токарчук М. В. – д.ф.-м.н., проф., завідувач відділу ІФКС
НАН України (представник роботодавців)

Трохимчук А. Д. – д.ф.-м.н., ст. наук. співр., провідний
науковий співробітник ІФКС НАН України

Швайка А.М. – д.ф.-м.н., ст. наук. співр., провідний
науковий співробітник ІФКС НАН України

Шаповал Д. Ю. - аспірант четвертого року навчання ІФКС
НАН України (представник здобувачів)

Бзовська І. С. – к.ф.-м.н., вчений секретар ІФКС НАН
України

Керівник

проектної групи:

д.ф.-м.н. Брик Т.М.

I. ОСВІТНЯ СКЛАДОВА ОСВІТНЬО-НАУКОВОЇ ПРОГРАМИ

1. Профіль програми доктора філософії з галузі знань 10 *Природничі науки* за спеціальністю 104 *Фізика та астрономія*

1 - Загальна інформація	
Повна назва закладу вищої освіти та структурного підрозділу	Інститут фізики конденсованих систем НАН України
Повна назва кваліфікації мовою оригіналу	Доктор філософії зі спеціальності «Фізика та астрономія» Doctor of Philosophy in Natural Sciences on Physics and Astronomy
Офіційна назва освітньо-наукової програми	Фізика та астрономія Physics and Astronomy
Тип диплому та обсяг освітньої програми	Диплом доктора філософії, одиничний, 40 кредитів ЄКТС освітньої складової освітньо-наукової програми, термін освітньої складової освітньо-наукової програми 2 роки
Цикл/рівень	НРК України – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл, EQF-LLL – 8 рівень
Передумови	Рівень вищої освіти «Магістр»
Мова(и) викладання	Українська мова
Основні поняття та їх визначення	В освітньо-науковій програмі використано основні поняття та їх визначення відповідно до Закону України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 р. № 1556-VII зі змінами та доповненнями, Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» від 26.11.2015 р. № 848-VIII зі змінами та доповненнями, Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого Постановою Кабінету Міністрів від 23.03.2016 р. № 261
2 - Мета освітньо-наукової програми	
	Поглибити теоретичні знання та практичні уміння і навички у галузі природничих наук за спеціальністю фізика та астрономія, розвинути філософські та мовні компетентності, сформувати універсальні навички дослідника, достатні для проведення та успішного завершення наукового дослідження і подальшої професійної і наукової діяльності
3 - Характеристика освітньо-наукової програми	
Предметна область (галузь знань, спеціальність)	Галузь знань 10 <i>Природничі науки</i> , спеціальність 104 <i>Фізика та астрономія</i>
Орієнтація освітньо-наукової програми	Освітньо-наукова програма ґрунтується на фундаментальних розділах сучасної фізики та результатах сучасних наукових досліджень у сфері теоретичної фізики, фізики конденсованого стану та м'якої речовини. Програма спрямована на набуття необхідних дослідницьких навичок для наукової кар'єри, викладання спеціальних дисциплін в області фізики та фізичної хімії, розроблення нових програмних продуктів для комп'ютерного моделювання фізико-хімічних процесів і забезпечує підґрунтя для проведення самостійних наукових досліджень та подальшого зростання в науковій діяльності.
Особливості програми	Освітньо-наукова програма охоплює широке коло сучасних напрямків теоретичної фізики і методик комп'ютерного моделювання у фізиці та фізичній хімії, що формує актуалізовану теоретико-прикладну базу для проведення наукових досліджень.
4 - Придатність випускників освітньої програми до працевлаштування та подальшого навчання	
Придатність до працевлаштування	Робочі місця у державних та приватних вищих навчальних закладах, наукових і науково-дослідних установах на посадах викладачів та дослідників, на підприємствах і в організаціях різних видів діяльності та форм власності на керівних посадах.
Подальше навчання	Виконання наукової програми четвертого (наукового) рівня вищої освіти для здобуття ступеня вищої освіти доктор наук.
5 - Викладання та оцінювання	
Викладання та навчання	Поєднання лекційних, лабораторних та практичних занять, педагогічного практикуму, консультування наукового керівника та спілкування з науково-педагогічною

	спільнотою із самостійною науково-навчальною роботою.
Оцінювання	Екзамени, заліки, поточний контроль.
6 - Програмні компетентності	
Інтегральна компетентність (ІНТ)	Здатність продукувати інноваційні наукові ідеї, оволодіти методологією наукової та педагогічної діяльності, вирішувати комплексні проблеми в процесі інноваційно-дослідницької та професійної діяльності, проводити оригінальні наукові дослідження на національному та світовому рівні.
Загальні компетентності (ЗК)	<ol style="list-style-type: none"> 1) глибинні знання сучасних методів проведення досліджень у галузі фізики і астрономії та суміжних галузях; 2) критичний аналіз, оцінка і генерування нових ідей; 3) вміння ефективно спілкуватися з інтернаціональною науковою спільнотою та громадськістю з актуальних питань фізики і астрономії; 4) здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися протягом життя, компетентність навчати студентів бакалаврського освітнього рівня на практичних та лабораторних роботах; 5) вміння використовувати комп'ютерне моделювання для аналізу та верифікації нових наукових проблем; 6) здатність пропонувати та виконувати оригінальні дослідницько-інноваційні проекти; 7) лідерство та здатність як автономної, так і командної роботи під час реалізації проектів.
Спеціальні (фахові) компетентності (ФК)	<ol style="list-style-type: none"> 1) знання про сучасні тенденції розвитку і найбільш важливі нові наукові досягнення в області фізики і астрономії, а також суміжних областях; 2) систематичні знання і розуміння сучасних наукових теорій і методів, та вміння їх ефективно застосовувати для аналізу проблем та задач фізики і фізичної хімії; 3) здатність ефективно застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати фізичні та комп'ютерні експерименти при проведенні наукових досліджень; 4) здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні наукових задач та проведенні досліджень; 5) здатність розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислювати наявні чи створювати нові знання; 6) здатність аргументувати вибір методу розв'язування спеціалізованої задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.
7 - Програмні результати навчання	
Знання (ЗН)	<ol style="list-style-type: none"> 1) здатність продемонструвати систематичні знання сучасних методів проведення досліджень в області фізики і астрономії; 2) здатність продемонструвати поглиблені знання у вибраній області наукових досліджень; 3) здатність продемонструвати розуміння впливу технічних рішень в суспільному, економічному і соціальному контексті.
Уміння (УМ)	<ol style="list-style-type: none"> 1) здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел; 2) застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу елементів та систем, характерних обраній області наукових досліджень; 3) досліджувати і моделювати явища та процеси різної складності при вирішенні задач фізики та астрономії; 4) застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти, під час розв'язання теоретичних та прикладних задач обраної області наукових досліджень; 5) поєднувати теорію і моделювання, а також приймати рішення та виробляти стратегію розв'язання науково-прикладних задач з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів; 6) ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди; 7) самостійно виконувати експериментальні дослідження та застосовувати дослідницькі навички; 8) оцінювати доцільність та можливість застосування нових методів і теоретичних підходів у задачах фізики і астрономії; 9) аргументувати вибір методів розв'язування науково-прикладної задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

Комунікація (КОМ)	1) уміння ефективно спілкуватись на професійному та соціальному рівнях; 2) уміння представляти та обговорювати отримані результати та здійснювати трансфер набутих знань.
Автономія і відповідальність (АІВ)	1) Здатність самостійно проводити наукові дослідження та приймати рішення; 2) здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань; 3) здатність відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.
8 - Ресурсне забезпечення реалізації освітньої програми	
Специфічні характеристики кадрового забезпечення	100% науково-педагогічних працівників, задіяних до викладання циклу дисциплін, що забезпечують спеціальні (фахові) компетентності аспіранта, мають наукові ступені та вчені звання (як правило – доктори наук).
Специфічні характеристики матеріально-технічного забезпечення	Використання сучасного обладнання для наукових досліджень та розрахунків, зокрема обчислювальний кластер ІФКС НАН України, інтегрований у академічну грид-мережу України (280 ядер, продуктивність 1.7 ТФлопс, круглодобовий доступ).
Специфічні характеристики інформаційно-методичного забезпечення	Використання електронної бібліотеки ІФКС НАН України та програмних продуктів працівників ІФКС НАН України.
9 - Академічна мобільність	
Національна кредитна мобільність	На основі двосторонніх договорів між ІФКС НАН України та університетами і академічними установами України.
Міжнародна кредитна мобільність	У рамках програми ЄС Еразмус+ на основі двосторонніх договорів між ІФКС НАН України та навчальними закладами країн-партнерів.
Навчання іноземних здобувачів вищої освіти	Можливе.

2. Розподіл змісту освітньої складової освітньо-наукової програми за групами компонентів та циклами підготовки

№ з/п	Цикли підготовки	Обсяг навчального навантаження аспіранта (кредитів / %)		
		Обов'язкові компоненти освітньої складової	Вибіркові компоненти освітньої складової	Всього за весь термін навчання
1.	Цикл дисциплін, що формують загальнонаукові компетентності та універсальні навички дослідника	8	6	14
2.	Цикл дисциплін, що формують фахові компетентності	20	6	26
Всього за весь термін навчання		28/70,0	12/30,0	40/100

3. Перелік компонентів освітньої складової освітньо-наукової програми

Код н/д	Компоненти освітньої складової	Кількість кредитів	Форма підсумк. контролю
1	2	3	4
1. Обов'язкові компоненти освітньої складової			
<i>1.1. Цикл дисциплін, що формують загальнонаукові компетентності та універсальні навички дослідника</i>			
OK1.1.	Філософія науки та культури	4	Екзамен
OK1.2.	Іноземна мова професійного спрямування	4	Екзамен
Всього за цикл:		8	
<i>1.3. Цикл дисциплін, що формують фахові компетентності</i>			
OK2.1.	Нерівноважна статистична фізика і фізична кінетика	5	Екзамен
OK2.2.	Фізика конденсованого стану і сильно-скорельованих систем	5	Екзамен
OK2.3.	Фізика м'якої речовини	5	Екзамен
OK2.4.	Комп'ютерне моделювання фізичних процесів	5	Екзамен
Всього за цикл:		20	
2. Вибіркові компоненти освітньої складової*			
<i>2.1. Цикл дисциплін, що формують загальнонаукові компетентності та універсальні навички дослідника</i>			
ВБ1.1	Сучасні тенденції розвитку фізичних досліджень	3	диф. залік
ВБ1.2	Управління науковими проектами	3	диф. залік
ВБ1.3	Методика написання та оформлення наукових статей	3	недиф. залік
ВБ1.4	Комп'ютерна мова LaTeX для наукових публікацій	3	недиф. залік
ВБ1.5	Психологія вищої школи	3	недиф. залік
ВБ1.6	Педагогіка вищої школи	3	недиф. залік
Всього за цикл:		6	
<i>2.2. Цикл дисциплін, що формують фахові компетентності</i>			
ВБ2.1	Спеціальні розділи статистичної фізики	3	Екзамен
ВБ2.2	Теорія магнітних систем	3	Екзамен
ВБ2.3	Комп'ютерне моделювання біофізичних та біохімічних систем	3	Екзамен
ВБ2.4	Фазові переходи	3	Екзамен
ВБ2.5	Моделювання методами першопринципної молекулярної динаміки	3	Екзамен
ВБ2.6	Основи фізики рідкого стану	3	Екзамен
Всього за цикл:		6	
РАЗОМ		40	

Примітка:

* - аспірант має змогу обрати дисципліни з п. 1.2; п.2.2 (вибіркові), при цьому частка цих предметів повинна складати не менше як 25 % загальної кількості кредитів ЄКТС.

4. Матриця відповідності програмних компетентностей навчальним компонентам

	ОК1.1.	ОК1.2.	ОК2.1.	ОК2.2.	ОК2.3.	ОК2.4.	ВБ1.1.	ВБ1.2.	ВБ1.3.	ВБ1.4.	ВБ1.5.	ВБ1.6.	ВБ2.1.	ВБ2.2.	ВБ2.3.	ВБ2.4.	ВБ2.5.	ВБ2.6.
ІНТ	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ЗК1	•			•	•	•		•										
ЗК2	•							•										
ЗК3		•					•	•	•	•								
ЗК4	•						•	•										
ЗК5	•	•					•											
ЗК6	•							•	•		•	•						
ЗК7	•								•		•	•						
ФК 1			•	•	•	•									•		•	•
ФК 2			•		•	•								•	•	•	•	•
ФК 3					•	•							•			•		
ФК 4				•	•	•							•	•		•		
ФК 5			•	•	•								•	•			•	•
ФК 6	•			•	•	•							•	•		•		

Умовні позначення: ОКі – обов’язкова дисципліна, ВБі – вибіркова дисципліна, і – номер дисципліни у переліку компонент освітньої складової, ІНТ – інтегральна компетентність, ЗКj – загальна компетентність, ФКj – фахова (спеціальна) компетентність, j – номер компетентності у переліку компетентностей освітньої складової.

**5. Матриця забезпечення програмних результатів навчання
відповідними компонентами освітньої складової**

	ОК1.1.	ОК1.2.	ОК2.1.	ОК2.2.	ОК2.3.	ОК2.4.	ВБ1.1.	ВБ1.2.	ВБ1.3.	ВБ1.4.	ВБ1.5.	ВБ1.6.	ВБ2.1.	ВБ2.2.	ВБ2.3.	ВБ2.4.	ВБ2.5.	ВБ2.6.
ЗН1	•		•	•	•	•									•		•	•
ЗН2		•	•	•	•	•		•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
ЗН3	•							•	•		•	•						
УМ 1	•	•		•	•	•		•					•	•		•		
УМ 2			•	•	•	•							•	•	•	•	•	•
УМ 3			•	•	•	•							•	•	•	•	•	•
УМ 4	•		•	•	•	•		•			•	•	•	•	•	•	•	•
УМ 5	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
УМ 6	•						•	•			•	•						
УМ 7	•		•		•	•							•	•	•	•	•	•
УМ 8			•	•	•	•							•	•	•	•	•	•
УМ 9	•	•		•	•	•		•	•				•	•		•		
КОМ 1	•						•	•			•	•						
КОМ 2	•	•		•	•	•	•	•	•	•			•	•		•		
АіВ1			•	•	•	•							•	•	•	•	•	•
АіВ2	•						•	•			•	•						
АіВ3	•	•	•	•	•	•					•	•	•	•	•	•	•	•

Умовні позначення: ОКі – обов’язкова дисципліна, ВБі – вибіркова дисципліна, і – номер дисципліни у переліку компонент освітньої складової, ЗН_т – програмні результати (знання), УМ_т – програмні результати (уміння), т – номер програмного результату у переліку програмних результатів освітньої складової.

6. Анотації дисциплін

1. ОBOB'ЯЗКОВІ ДИСЦИПЛІНИ

“Філософія науки та культури”

Курс викладається на кафедрі філософії при Західному науковому центрі НАН України та МОН України

Мета: оволодіння загальнонауковими (філософськими) компетентностями, спрямованими на формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору.

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.
- 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.

“Іноземна мова професійного спрямування”

Курс викладається на кафедрі іноземних мов при Західному науковому центрі НАН України та МОН України

Мета: розвиток мовленнєвих компетентностей, які відповідають рівню досвідченого користувача іноземної мови С1, а саме, формування навичок і вмінь, які забезпечують необхідне для науковця вільне розуміння усних і письмових наукових текстів, а також вільне та ефективне висловлення і спілкування як на науково-академічні теми, так і на загальні / повсякденні теми в усній та письмовій формах.

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

Зміст курсу:

- Літературна мова та науковий дискурс: спільне і відмінне
- Лінгвокультурні характеристики наукових дискурсів української, англійської, німецької та французької мов. Поняття “інтелектуального стилю.”
- Переклад фахових текстів. Перекладацька еквівалентність та перекладацькі трансформації. Редагування наукових перекладів.
- Особливості жанрів сучасного наукового дискурсу.
- Шляхи до ефективного розуміння прочитаного. Глибинне розуміння тексту: підтекст та імплікації.
- Писемний науковий дискурс: жанри, структура, аргументація, риторика, етикет.

- Редагування наукових текстів.
- Аудіювання та говоріння: два боки однієї медалі. Специфіка монологічного та діалогічного мовлення, усного наукового та повсякденногоспілкування.
- Публічні промови та наукові доповіді на конференціях: ключі до успіху.

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

“Нерівноважна статистична фізика і фізична кінетика”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: опанувати сучасні методи нерівноважної статистичної фізики систем взаємодіючих частинок: метод ланцюжка рівнянь Б-Б-Г-К-І, метод нерівноважного статистичного оператора Зубарева, метод проєкційних операторів Морі, метод моментів Клімонтовича.

Предмет: теоретичні та практичні аспекти методів нерівноважної статистичної фізики в застосуваннях до конденсованих систем.

Зміст курсу:

- Метод нерівноважного статистичного оператора Зубарева.
- Рівняння Ліувілля для нерівноважної функції розподілу системи взаємодіючих частинок.
- Основні закони збереження. Принцип максимуму ентропії.
- Метод рівнянь ланцюжка Б-Б-Г-К-І.
- Кореляційні функції та групові розклади.
- Кінетичні рівняння Больцмана, Фоккера-Планка.
- Метод моментів Клімонтовича.
- Сучасні методи опису стохастичних процесів.
- Рівняння Смолуховського-Фоккера-Планка.
- Ланжавенівський підхід.

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

“Фізика конденсованого стану і сильно-скорельованих систем”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: дати аспірантам основи фундаментальних знань з квантової статистичної фізики та квантової теорії багаточастинкових систем, ознайомити з основними принципами теоретичного опису квантових багаточастинкових систем, дати приклади використання цих знань у сучасному матеріалознавстві і нанотехнологіях.

Предмет: теоретичні та практичні аспекти методів теорії конденсованого стану та сильно-скорельованих електронних систем.

Зміст курсу:

- Основи квантової статистики.
- Представлення чисел заповнення.
- Еволюція квантових багаточастинкових систем.
- Двочасові (зубарівські) функції Гріна.
- Термодинамічна теорія збурень.
- Фізичні величини у зображенні вторинного квантування.

- Класичні та квантові спінові системи.
- Сильноскорельовані електронні системи.

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

“Фізика м’якої речовини”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: викласти основні поняття та методи фізики м’якої речовини. При цьому передбачається, що глибоке засвоєння основних понять та методів фізики м’якої речовини дозволить покращити процес оволодіння іншими теоретичними та спеціальними дисциплінами, зокрема методами комп’ютерного моделювання конденсованих систем, які широко використовуються в сучасній статистичній фізиці.

Предмет: теоретичні та практичні аспекти фізики м’якої речовини.

Зміст курсу:

- Поняття про м’яку речовину.
- Прості та полярні розчинники.
- Розчини електролітів.
- Полімери.
- Підхід де Жена до фізики полімерів. Скейлінгові співвідношення.
- Рідкокристалічні системи.
- Фазові перетворення в рідких кристалах.
- Теорія Онзагера рідкокристалічного стану. Теорія Майера-Заупе.
- Біологічні системи. Утворення та самоорганізація макромолекул.
- Застосування методів статистичної фізики до опису біологічних систем.

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

“Комп’ютерне моделювання фізичних процесів”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: освоїти основні принципи комп’ютерного моделювання фізичних процесів на різних рівнях деталізації. Опанувати принципи таких методів як: молекулярна динаміка, Монте Карло, Бравнова та дисипативна динаміка та методу коміркового автомату. Познайомитись із практичними застосуваннями цих підходів у таких областях як: розробка нових функціональних наноматеріалів, біофізика та медицина. Навчитись виконувати комп’ютерне моделювання фізичних систем на класичних прикладах моделі Ізінга, Леннард-Джоунсової рідини та процесах, що описуються комірковими автоматами.

Предмет: методи комп’ютерного моделювання та їх застосування для досліджень структури і динаміки конденсованих систем та м’якої речовини.

Зміст курсу:

- Особливості поведінки систем багатьох частинок на різних просторово-часових масштабах.
- Основні типи міжчастинкових взаємодій.
- Метод молекулярної динаміки.

- Молекулярна динаміка в різних термодинамічних ансамблях.
- Застосування до моделювання властивостей рідких кристалів, рідкокристалічних полімерів та оптично-активних полімерів.
- Метод Монте Карло.
- Алгоритми Метрополіса та Глаубера.
- Застосування методу Монте-Карло до моделювання рідин, полімерів та макромолекул.
- Спеціалізовані алгоритми Монте-Карло.
- Мезоскопічні методи.
- Бравнова та Ланжевенова динаміка.
- Дисипативна динаміка.
- Метод коміркового автомату.
- Переваги та недоліки мезоскопічного моделювання.

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

2. ДИСЦИПЛІНИ НА ВИБІР

“Сучасні тенденції розвитку фізичних досліджень”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: ознайомлення здобувачів вищої освіти рівня доктора філософії з фізичними основами механізмів та процесів, які лежать в основі новітніх технологій з використанням молекулярних масштабів.

Предмет: міждисциплінарні підходи і методи що охоплюють собою різні розділи фізики, хімії і біології, які за останні роки розвинулися в новий і окремий науковий напрям, що описує явища і процеси в молекулярному режимі – молекулярну інженерію.

Зміст курсу:

- Особливості та сучасний стан фізичних досліджень в молекулярній інженерії.
- Молекулярна інженерія поверхонь, міжповерхневих та приповерхневих областей.
- Квантова та клітинна інженерія.
- Білкова інженерія; транспортування та доставка ліків.
- Молекулярна теорія явищ переносу.
- Взаємозв'язок, що виникає між імпульсом, масою та процесами перенесення енергії.
- Молекулярна інженерія та проблеми коронавірусної інфекції.

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

“Управління науковими проектами”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: ознайомлення докторантів з основами сучасного наукового маркетингу, оволодіння інструментарієм пошуку наукових грантів, конкурсних програм та проєктів; оформлення конкурсних заявок та запитів; написання проміжних та

заключних наукових звітів, підготовка звітної документації. А також ознайомлення з сучасними методами управління проектами (Agile, Scrum).

Предмет: джерела розміщення інформації про наукові гранти та конкурси, спеціальні інформаційні сервіси; основні характерні особливості сучасного наукового маркетингу; конкурсні заявки чи запити на фінансування; оформлення звітної документації за результатами виконання проекту.

Зміст курсу:

- Пошук джерел інформації щодо конкурсів наукових проектів та грантів на фінансування наукових досліджень.
- Конкурсна тематика НАН України, МОН України, Національного фонду досліджень.
- Підготовка, оформлення та подання конкурсних запитів.
- Формування технічного завдання та календарного плану.
- Приклади оформлення запитів в Рамкових програмах ЄС.
- Управління процесом виконання проекту.
- Ознайомлення з базовими поняттями Agile та Scrum.
- Оформлення звітної документації та наукових звітів за результатами виконання проекту.
- Звітна документація в системах НАН України та МОН України.
- Основи захисту права інтелектуальної власності.

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

“Методика написання та оформлення наукових статей”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: ознайомитися з сучасними методами наукової комунікації та оприлюднення наукового результату, зокрема – опанувати методику написання та оформлення його у вигляді статті. Розуміння того, яку роль відіграють способи подачі інформації та засоби її виділення серед подібної для позиціонування вченого у глобальному інформаційному просторі, дає змогу обирати ефективний шлях для оприлюднення власних результатів та збільшення видимості як індивідуального профіля дослідника, так і профіля установи. Особлива увага приділяється темі академічної доброчесності та униканню навіть випадкових порушень її принципів у процесі підготовки матеріалу.

Предмет: особливості загальноприйнятої структури наукової статті та правила її оформлення; метадані наукової публікації; основні наукометричні та інші спеціальні інформаційні сервіси; основні принципи академічної етики.

Зміст курсу:

- Наукова комунікація та методи кількісного аналізу наукової ефективності.
- Стаття у науковому періодичному виданні.
- Сучасні інструменти наукового пошуку та поширення інформації.
- Методологія оприлюднення наукових даних згідно із принципами відкритої науки.
- Типи OA (Open Access) публікацій.
- Підготовка препринтів.
- Підготовка та оформлення наукової статті.
- Основні компоненти публікацій та технічні вимоги до їх оформлення.
- Оформлення покликів.
- Принципи академічної етики та їх дотримання в процесі підготовки публікацій.

- Плагіат та його види.

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

“Комп’ютерна мова LaTeX для наукових публікацій”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: вивчити сучасні спеціалізовані комп’ютерні засоби представлення наукових результатів (LaTeX, GNUPlot та суміжне програмне забезпечення). Практичне застосування згаданих засобів дозволить молодим науковцям з легкістю готувати весь спектр наукових публікацій (препринти, статті в міжнародних реферованих журналах, усні доповіді на семінарах та конференціях, постери для конференцій) з найвищою якістю, високою сумісністю створених робіт і в ногу з часом, а також привчатиме їх до структурування й методичності власної наукової роботи.

Предмет: основи системи LaTeX для створення наукових документів; програма GNUPlot для побудови малюнків з отриманих числових даних; основні формати векторних та растрових цифрових зображень; робота з бібліографією та створення в LaTeX списку бібліографічних покликів для публікації; стильовики та шаблони для препринта і журнальної статті; створення презентації різних типів: для виступу на семінарі, і для конференції.

Зміст курсу:

- Основи роботи з видавничою системою LaTeX.
- Основи LaTeX’у: структура документа, команди, оточення, малюнки, таблиці, поклики, покажчики.
- Розширені можливості видавничої системи LaTeX.
- Робота з бібліографією: створення бази покликів у JabRef; BibTeX, Viber і бібліографічні стилі.
- Розмаїті варіанти оформлення наукових результатів.
- Постер і презентація.
- Візуалізація отриманих даних за допомогою програми GNUPlot.
- Особливості побудови тривимірних графіків.

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

“Психологія вищої школи”

Курс викладається в Національному університеті Львівська Політехніка через систему Док-Хаб.

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 в структурі курсу: аспіранти вивчають на третьому році навчання.

“Педагогіка вищої школи”

Курс викладається в Національному університеті Львівська Політехніка через систему Док-Хаб.

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 третьому році навчання.

“Спеціальні розділи статистичної фізики”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: загальний вступ до теорії критичних явищ та теорії складних систем, огляд методів та кола понять, якими вони оперують. Класичне означення критичних явищ, як подій, що відбуваються в околі критичних точок термодинамічних фазових діаграм, сьогодні використовується в значно ширшому сенсі. Поняття далекосяжних кореляцій, масштабної інваріантності, скейлінгу, універсальності, якими оперує ця теорія, спричинили її застосування для опису як традиційних задач статистичної фізики (термодинамічні фазові переходи в магнетиках, сегнетоелектриках, плинах, рідких кристалах) так і геометричних впорядкувань (скейлінг полімерів чи перколяція структурно-невпорядкованих систем) чи так званих складних систем.

Предмет: основи теорії критичних явищ; основи теорії складних систем; основні методи цих теорій; феноменологічний термодинамічний підхід; методи точного розв'язку (трансфер матриця, перевал), теорії збурень (зокрема, асимптотичних оцінок); метод функціонального інтегрування; теорії середнього поля, ренормалізаційної групи, теорії складних мереж.

Зміст курсу:

- Особливості впорядкування в плинах, магнетиках, полімерах, рідких кристалах.
- Параметр порядку, фазова діаграма.
- Термодинаміка фазових переходів.
- Теорія фазових переходів Ландау.
- Критична поведінка в наближенні середнього поля.
- Теорія ван дер Ваальса переходу рідина-газ.
- Полімер в доброму розчиннику: макроскопічні властивості полімерного розчину, ідеальний полімерний ланцюг.
- Метод функціонального інтегрування.
- Перетворення Стратоновича-Габбарда та метод колективних змінних.
- Точні результати в теорії критичних явищ.
- Методи розкладів в ряд в теорії критичних явищ.
- Скейлінг і ренормалізаційна група.
- Екзотичні задачі статистичної фізики.
- Основні поняття теорії мереж. Теорія Ландау фазових переходів на мережах.

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

“Теорія магнітних систем”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: загальний вступ до природи магнетизму і фізики магнітних систем, огляд методів та кола понять, якими оперують у цій ділянці фізики.

Предмет: Обмінна взаємодія як квантове явище; Квантова теорія моменту кількості руху і спин, багатоелектронні хвильові функції; Спінові хвилі у феромагнетику; Одномагнетонні і двомагнетонні стани; Антиферомагнітні магнети; Магнетизм металів; Магнітна сприйнятливність; Розсіяння нейтронів; Мультифероїки; Статистична механіка магнітних систем.

Зміст курсу:

- Фермі статистика. Зонна теорія. Експерименти. Молекулярне поле Вайса.
- Модель Гайзенберга.
- Зонні (колективізовані) електрони при 0 К.
- Магнетизм і кристалічна структура.
- Зонні (колективізовані) електрони при скінчених температурах.
- Модель Габарда.
- Взаємодія між зонними (колективізованими) і локалізованими електронами.
- Обмін і кореляції в металах.
- Спінові флуктуації.
- Статистична механіка спінових моделей.

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

“Комп'ютерне моделювання біофізичних та біохімічних систем”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: вивчити основи методів комп'ютерних досліджень біологічних молекул таких як білки та нуклеїнові кислоти. Опанувати основні концепції цих методів, включаючи атомні силові поля, моделі сольватації, методи розрахунку вільної енергії. Отримати практичні навички з застосування сучасних розрахункових пакетів до біофізичних та біохімічних задач, що необхідні для успішних досліджень в багатьох нових напрямках сучасної науки, таких як нано- та біотехнології.

Предмет: опис білків та нуклеїнових кислот на атомарному рівні; основні силові поля для опису біологічних молекул; основні моделі сольватації; методи симуляцій в розширених ансамблях; методи розрахунку вільної енергії; елементарні комп'ютерні розрахунки для білків та нуклеїнових кислот.

Зміст курсу:

- Вступ до опису білків та нуклеїнових кислот.
- Атомні силові поля для дослідження білків.
- Електростатичні взаємодії та моделі сольватації.
- Метод реакції поля та обрізання потенціалу.
- Рівняння Пуасона-Больцмана. Узагальнена модель Борна.
- Методи розрахунку вільної енергії.
- Термодинамічне інтегрування.
- Ансамбль Гібса. Метод співвідношення ймовірностей.
- Метод симуляцій “амбрела семлінг”.
- Моделювання методами пришвидженої динаміки.
- Мультиканонічний ансамбль. Метод паралельної термалізації.

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

“Фазові переходи”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: вивчити основні статистичні та ренормгрупові методи розрахунку фізичних величин поблизу точок фазового переходу. Практичне застосування методів теорії середнього поля, колективних змінних, ренормалізаційної групи дозволить виконувати розрахунок таких характеристик, як теплоємність, сприйнятливість (стисливість), намагніченість (чи інший параметр порядку), тощо в околі точки фазового переходу першого чи другого роду, що необхідно для пояснення процесів у фізиці багатьох частинок, магнітних та рідинних системах, а також в багатьох інших важливих напрямках сучасної науки.

Предмет: математичні основи статистичних методів; методи врахування взаємодії у розрахунках; характерні наближення та феноменологічні підходи; методи розв'язання тривимірних модельних задач за допомогою відомих статистичних методів, оцінювання характерних параметрів порядку та оцінки фазової діаграми системи взаємодіючих частинок; методи опису фазових переходів до опису фізичних характеристик.

Зміст курсу:

- Основи класичної теорії фазових переходів.
- Асимптотична поведінка та термодинамічні співвідношення для фізичних систем поблизу точки фазового переходу.
- Фазові переходи та пов'язані з ними критичні явища.
- Метод молекулярного поля в теорії магнітних фазових переходів.
- Метод молекулярного поля в теорії флюїдних фазових переходів.
- Метод колективних змінних до опису фазових переходів.
- Спосіб розрахунку статсуми в методі Юхновського.

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

“Моделювання методами першопринципної молекулярної динаміки”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: опанувати теоретичні та практичні основи методики розрахунків електронної структури твердих тіл та неупорядкованих систем. Практичне застосування методів в рамках функціоналу густини дозволить моделювати електронні процеси на одно- та багатопроцесорних комп'ютерах на мікроскопічному рівні, що необхідно для пояснення процесів у нанофізиці та в багатьох інших важливих напрямках сучасної науки, таких як біотехнологія, біофізика, атмосферна фізика. Практичне застосування методів псевдопотенціалів, та першопринципного комп'ютерного моделювання в рамках функціоналу густини дозволить моделювати процеси утворення хімічного зв'язку, утворення рівноважних структур з перших принципів, електронні процеси переносу.

Предмет: відмінності та межі застосування методів квантового Монте-Карло та першопринципної молекулярної динаміки. основні алгоритми першопринципного

моделювання; основні концептуальні підходи до застосовності функціоналу електронної густини та застосовності цього підходу в комп'ютерному моделюванні з перших принципів; комп'ютерні програми для обчислень електронних властивостей систем в різних агрегатних станах.

Зміст курсу:

- Формалізм функціоналу електронної густини.
- Рівняння Кона-Шема.
- Ефективні електрон-іонні взаємодії для першопринципної динаміки.
- Генерування зберігаючих норму псевдопотенціалів.
- Ультрам'які псевдопотенціали Вандербільта.
- PAW-потенціали.
- Першопринципне моделювання молекулярної динаміки.
- Метод Кар-Паррінелло.
- Молекулярна динаміка методом мінімізації енергії на поверхні Борна-Опенгеймера.
- Розрахунок властивостей систем з першопринципного моделювання молекулярної динаміки.
- Використання функцій Ваньє для розрахунку поляризованості в першопринципній динаміці.

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

“Основи фізики рідкого стану”

Курс викладається в Інституті фізики конденсованих систем НАН України

Мета: опанувати основні поняття та методи фізики рідкого стану. При цьому передбачається, що глибоке засвоєння основних понять та методів фізики рідкого стану дозволить покращити процес оволодіння іншими теоретичними та спеціальними дисциплінами, зокрема методами комп'ютерного моделювання конденсованих систем, які широко використовується в сучасній статистичній фізиці. Практичне застосування методів та окремих підходів фізики рідкого стану дозволить краще зрозуміти природу агрегатних станів на атомному рівні, що необхідно для пояснення процесів у нанофізиці та в багатьох інших важливих напрямках науки, таких як сучасне матеріалознавство, біотехнологія, біофізика, атмосферна фізика.

Предмет: місце фізики рідкого стану у вивченні конденсованого стану речовини; основні методи статистико-механічного дослідження рідкого стану речовини; основні математичні моделі рідкого стану речовини; характерні наближення та емпіричні підходи та розуміти межі їх застосування; розрахунки для конкретних модельних систем.

Зміст курсу:

- Основи рівноважної термодинаміки і статистичної фізики.
- Структурний фактор та зв'язок з експериментами по розсіянню.
- Міжчастинкові взаємодії.
- Модельні дискретні та неперервні потенціали міжчастинкової взаємодії.
- Система твердих сфер.
- Емпіричні рівняння стану твердих сфер. Теорія Перкуса-Йевіка. Підхід Карнагана-Старлінга.
- Фазовий перехід газ-рідина.
- Групові розклади. Віріальне рівняння стану. Другий віріальний коефіцієнт.

- Фазова рівновага газ-рідина. Критична точка.
- Основи термодинамічної теорії збурень.
- Метастабільні стани у плинні. Поняття нуклеації.

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

II. Наукова складова освітньо-наукової програми

Наукова складова освітньо-наукової програми передбачає проведення аспірантом власного наукового дослідження під керівництвом одного або двох наукових керівників та оформлення його результатів у вигляді дисертації.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії є самостійним розгорнутим дослідженням, що пропонує розв'язання актуального науково-прикладного завдання за спеціальністю 104 *Фізика та астрономія*, результати якого характеризуються науковою новизною та практичною цінністю і оприлюднені у відповідних публікаціях.

Наукова складова освітньо-наукової програми оформляється у вигляді індивідуального плану наукової роботи аспіранта і є невід'ємною частиною навчального плану аспірантури.

Невід'ємною частиною наукової складової освітньо-наукової програми аспірантури є підготовка та публікація наукових статей, виступи на наукових конференціях, наукових фахових семінарах, робочих нарадах, симпозіумах.

Тематики наукових досліджень за спеціальністю 104 *Фізика та астрономія*:

1. Теорія структурних та термодинамічних властивостей рідин.
2. Теорія фазових переходів.
3. Фізика складних систем.
4. Теорія магнітних систем.
5. Теорія сегнетоелектриків та іонних провідників.
6. Розроблення ефективних алгоритмів для моделювання мікроскопічної динаміки в м'якій речовині.
7. Першопринципне моделювання структурних та динамічних властивостей неупорядкованих систем.
8. Нерівноважна статистична фізика неупорядкованих систем.
9. Теорія та моделювання систем із сильними електронними кореляціями.
10. Розрахунки електронних та коливних спектрів молекулярних та макромолекулярних систем.
11. Дослідження впорядкованих фаз в макромолекулярних системах.

III. Атестація аспірантів

Атестація здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії здійснюється спеціалізованою вченою радою, постійно діючою або утвореною для проведення разового захисту, на підставі публічного захисту наукових досягнень у формі дисертації.

Обов'язковою умовою допуску до захисту є успішне виконання аспірантом його індивідуального навчального плану.

Здобувачі вищої освіти ступеня доктора філософії захищають дисертації, як правило, у постійно діючій спеціалізованій вченій раді з відповідної спеціальності, яка функціонує в установі НАН України, де здійснювалася підготовка аспіранта. Вчена рада академічної установи має право подати до Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти документи для акредитації спеціалізованої вченої ради, утвореної для проведення разового захисту, або звернутися з відповідним клопотанням до іншої установи НАН України чи іншого вищого навчального закладу, де функціонує постійно діюча спеціалізована вчена рада з відповідної спеціальності.