

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА



Факультет математики та інформатики  
Кафедра математичного і функціонального аналізу

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У**  
**КВАНТОВІЙ МЕХАНІЦІ»**

*Рівень вищої освіти:* Третій (освітньо-науковий)  
*Освітня програма:* Математика  
*Спеціальність:* 111 Математика  
*Галузь знань:* 11 Математика та статистика

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від 26 серпня 2025 р.

м. Івано-Франківськ – 2025 р.

## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Застосування функціонального аналізу у квантовій механіці
Викладач	Загороднюк Андрій Васильович
Контактний телефон викладача	0955333348
E-mail викладача	andriy.zagorodnyuk@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний/заочний
Обсяг дисципліни	3 кредити ЄКТС, 90 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua/">https://d-learn.pnu.edu.ua/</a>
Консультації	Очні та онлайн консультації: згідно розкладу консультацій

## 2. Анотація до навчальної дисципліни

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теорія квантової механіки та застосування методів функціонального аналізу до дослідження питань квантової механіки, що сприяє підготовці аспірантів для написання наукових досліджень.

## 3. Мета та цілі навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є доповнення вивчених раніше розділів функціонального аналізу розділами у галузі квантової механіки. Основними цілями вивчення дисципліни є засвоєння аспірантами основних понять, які пов'язані із застосуванням функціонального аналізу для розв'язування задач квантової механіки.

## 4. Програмні компетентності та результати навчання

Загальні компетентності:

**ЗК-1.** Розуміння концептуальних і методологічних основ у галузі науково-дослідної та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей

**ЗК-3.** Ініціювання інноваційних комплексних проєктів, лідерство та повна автономність під час їхньої реалізації; соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень

Фахові компетентності:

**ФК-1.** Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької або практичної діяльності у сфері математики

**ФК-2.** Здатність виявляти актуальні математичні проблеми і використовувати поглиблені знання з математики

**ФК-4.** Здатність реалізовувати знання з фундаментальних методів математичного, комплексного та функціонального аналізу у теоретичних дослідженнях та при розв'язанні конкретних прикладних задач

**ФК-8.** Здатність вибирати правильний математичний апарат, використовувати відомі теоретичні поняття та факти для розв'язання конкретних дослідницьких задач

Програмні результати навчання:

**ПРН-3.** Мати глибинні знання з наукового напрямку та широку ерудицію в галузі математики

**ПРН-5.** Проводити математичне та аналітичне моделювання, здійснювати аналітичні обчислення або чисельні розрахунки, порівняння їх результатів із експериментальними даними для найбільш повного опису властивостей досліджуваних систем

**ПРН-7.** Критично сприймати та аналізувати існуючі думки й ідеї, формулювати власні гіпотези, шукати шляхи розв'язання наукових проблеми

**ПРН-11.** Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

**ПРН-12.** Вміти самостійно розв'язувати складні математичні задачі, доводити теореми, будувати приклади

**ПРН-14.** Вміти аналізувати відомі математичні методи наукових досліджень та використовувати їх у подальшій науковій роботі

## 5. Організація навчання

Обсяг навчальної дисципліни	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	20
семінарські заняття / практичні / лабораторні	10
самостійна робота	60

Ознаки навчальної дисципліни			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий

III	111 Математика	II	вибірковий
-----	----------------	----	------------

Тематика навчальної дисципліни			
Тема	кількість год.		
	лекції	заняття	сам. роб
<b>Тема 1.</b> . Спектральна теорема для самоспряжених і нормальних операторів у гільбертовому просторі.	2	1	10
<b>Тема 2.</b> Деякі положення класичної та квантової фізики	2	1	10
<b>Тема 3.</b> Перше квантування. Хвильове рівняння.	2	1	8
<b>Тема 4.</b> Принцип невизначеності Гейзенберга..	4	2	8
<b>Тема 5.</b> Групи унітарних операторів, генератори, теорема Стоуна.	2	1	8
<b>Тема 6.</b> Простір Фока, симетричні та антисиметричні простори Фока, зв'язок з бозонами та ферміонами.	4	2	8
<b>Тема 7.</b> Друге квантування, оператори народження і знищення. Комутаційні співвідношення і їх реалізація у просторах Фока.	4	2	8
ЗАГ.:	20	10	60

## 6. Система оцінювання навчальної дисципліни

Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	<p><b>100 балів:</b>  <b>50 балів теоретична частина</b>  <b>50 балів практична частина</b>  <b>Критерії оцінювання знань, умінь і навичок студентів:</b>  <b>90 – 100 (відмінно)</b> – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, наводить повний обґрунтований розв'язок прикладів та задач, аналізує причинно-наслідкові зв'язки; вільно володіє науковими термінами;  <b>70 – 89 (добре)</b> – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його до розв'язання конкретних прикладів та задач, у деяких випадках нечітко формулює загальною правильні</p>
---	---

	<p>відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності розв'язках;</p> <p><b>50 – 69 (задовільно)</b> – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповіді, не завжди вміє правильно застосувати набуті знання до розв'язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а інколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідкові зв'язки;</p> <p><b>0 – 49 (незадовільно)</b> – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.</p>
Вимоги до письмових робіт	Відповідно до навчального плану, аспірант виступає з теоретичними доповідями по питаннях з тем предмету та розв'язує задачі. Головна їх мета – перевірка самостійної роботи студентів в процесі навчання, виявлення ступеня засвоєння ними теоретичних положень курсу. При розв'язанні задач студент має детально вказувати, яким саме був хід його роздумів, якими формулами він користувався.
Практичні заняття	Практичні заняття проводяться з метою формування у студентів умінь і навичок з курсу, вирішення сформульованих завдань, їх перевірка та оцінювання. За метою і структурою практичні заняття є ланцюжком, який пов'язує теоретичне навчання і навчальну практику з курсу, а також передбачає попередній контроль знань студентів. Оцінки за практичні заняття враховуються при виставленні підсумкової оцінки з курсу.
Умови допуску до підсумкового контролю	Оцінка за опитування має бути не менша, ніж <b>25 балів</b> . Оцінка за практичне розв'язування задач має бути не менша, ніж <b>25 балів</b> .
Підсумковий контроль	Форма контролю: залік Форма здачі: комбінована.

## 7. Політика навчальної дисципліни

<p><u>Письмові роботи:</u> Самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей).</p> <p><u>Академічна доброчесність:</u> Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3</p>
--

Кодексу честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Детальніше: <https://pnu.edu.ua/polozhennia-pro-zapobihannia-plahiatu/>

#### Відвідування занять

Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом. Пропущені практичні заняття, незалежно від причини пропуску, студент відпрацьовує згідно з графіком консультацій. Поточні незадовільні оцінки, отримані студентом під час засвоєння відповідної теми на практичному занятті, перескладаються викладачеві, який веде заняття до складання підсумкового контролю з обов'язковою відміткою у журналі обліку роботи академічних груп.

#### Неформальна освіта:

Результат може бути зарахований за умови повної відповідності програм та відповідно до Положення про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти, в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника <https://nmv.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/118/2022/11/neformalna-osvita.pdf>

## 8. Рекомендована література

1. О. Вакарчук. Квантова механіка. Львів 2012, 872 с
2. Edson de Faria, Welington de Melo, Mathematical Aspects of Quantum Field Theory. Cambridge University Press, New York, 2010.
3. Teschl, Gerald. Mathematical methods in quantum mechanics : with applications to Schrödinger operators, AMS, 2014.
4. Reed M., Simon B. Methods of Modern Mathematical Physics, I-IV, Academic Press, 1978
5. Walter Rudin, Functional analysis, 2nd ed., International ed. New York : McGraw-Hill, 1991

Викладач *Андрій Загороднюк*, завідувач кафедри  
*математичного і функціонального аналізу*