

ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПЛАН РОЗВИТКУ КАФЕДРИ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ НА 2019–2024 рр.

1. Навчальна робота.

Кафедра теоретичної фізики забезпечує викладання таких дисциплін:

Математичні дисципліни:

1. Векторний і тензорний аналіз
2. Лінійна алгебра, векторний та тензорний аналіз
3. Методи математичної фізики

Загальні фізичні дисципліни:

4. Теоретична механіка
5. Електродинаміка
6. Квантова механіка
7. Термодинаміка і статистична фізика

Спеціальні дисципліни:

8. Вступ до спеціальності
9. Загальна теорія відносності та релятивістська астрофізика
10. Quantum statistical physics (Квантова статистична фізика)

Дисципліни для магістрів:

11. Fundamental problems of quantum mechanics (Фундаментальні проблеми квантової механіки)
12. Нові задачі квантової механіки
13. Квантова теорія поля
14. Вибрані питання теорії гравітації
15. Quantum information (Квантова інформація)
16. Physics of Bose-systems (Фізика бозе-систем)
17. Selected issues of theoretical physics (Вибрані питання теоретичної фізики)

Дисципліни для аспірантів:

18. Фізичні системи у квантованому просторі
19. Квантові комп'ютери та квантові обчислення
20. Сучасні математичні методи в теоретичній фізиці

Дисципліни для інших факультетів:

21. Теоретична фізика (ф-т електроніки та комп'ютерних технологій)
22. Вибрані розділи сучасного природознавства (механіко-математичний ф-т)

Дисципліни вільного вибору:

23. Природа музики

2. Методична робота.

1) *Методичне забезпечення.* Головне завдання — методичне забезпечення всіх основних курсів, що читаються на кафедрі. На сьогодні всі загальні курси забезпечені збірниками задач. На наступний термін заплановано видання:

Ткачук В. М. Суперсиметрія в квантовій механіці (2021 р.)

Ровенчак А. А., Криницький Ю. С. Класична електродинаміка (2020 р.)

Вакарчук І. О., Ткачук В. М., Стецко М. М. Теоретична механіка (2021 р.)

2) *Нові курси.* У зв'язку з відкриттям на факультеті нової спеціалізації «Комп'ютерна фізика» кафедра планує розвивати методичне забезпечення, пов'язане із запровадженням нових курсів з квантової інформації та квантових комп'ютерів як для бакалаврів, так і для магістрів. Для нової спеціальності «Середня освіта. Фізика» буде адаптовано загальні курси з розділів вищої математики та теоретичної фізики.

Передбачено відкриття навчально-наукової «Лабораторії квантових явищ».

3. Наукова робота

1) *Напрямки досліджень кафедри теоретичної фізики:*

Квантова статистична фізика (Квантові рідини; Слабковзаємодіючі системи бозонів; Дробові статистики)

Фізичні системи в квантованому просторі (Одночастинкові класичні та квантові системи у просторі з деформованою алгеброю Гайзенберга; Багаточастинкові задачі; Принцип еквівалентності; Релятивістські системи; Симетрії: перетворення Галілея і Лоренца; Чорні діри)

Суперсиметрія в квантовій механіці (Точно- і квазіточнорозв'язувані задачі; Квантовомеханічні системи, в яких проявляється суперсиметрія; Квантові системи з масою частинок, залежною від координат; Квантовомеханічна аналогія і суперсиметрія в хвилеводах; Суперсиметрія та заплутані стани)

Квантова інформація та квантові комп'ютери (Генерування квантових станів та геометрія квантових станів; Реалізація квантових логічних елементів на спінових системах; Квантові топологічні фази; Заплутаність квантових станів; Дослідження квантових систем та станів на квантовому комп'ютері)

Інші напрямки (Класичні неоднорідні системи; Слаборелятивістська статистична механіка; Історія і філософія науки; Міждисциплінарні дослідження)

За результатами наукових досліджень співробітники кафедри теоретичної фізики щорічно публікують понад 30 наукових праць, з яких абсолютна більшість — у високореєтингових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних. Працівники кафедри щорічно представляють наукові результати на міжнародних та всеукраїнських конференціях.

2) *Дослідницька та інноваційна інфраструктура*

Для виконання досліджень необхідним є використання комп'ютерного обладнання, яке знаходиться на кафедрі теоретичної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка. Також необхідним є оновлення наявних комп'ютерів, забезпечення доступу до квантових комп'ютерів.

Університет тісно співпрацює з Інститутом фізики конденсованих систем НАН України (м. Львів), на базі якого є обчислювальний кластер, що є учасником національного ГРІД-проекту. Доступ до нього може бути використано для виконання складних і великих за обсягом комп'ютерних розрахунків

Планується створення науково-технічного та навчального Центру квантових комп'ютерів та квантових обчислень. Його основними завданнями є: організація та проведення фундаментальних наукових досліджень з квантової інформації, проведення квантових обчислень з використанням квантових комп'ютерів та квантових симуляторів; організація наукових конференцій, шкіл, семінарів, науково-популярних заходів та проведення професійно-орієнтаційної роботи з учнями; налагодження співпраці з науковими установами та ІТ фірмами; залучення студентів, аспірантів, докторантів до виконання досліджень з квантової інформації та квантових обчислень та впровадження результатів досліджень у навчальний процес та в прикладні галузі. Функціями центру є: забезпечення неперервного ведення наукової діяльності та розв'язання актуальних задач з квантової інформації; отримання нових фундаментальних результатів з досліджень проблем в галузі квантової інформації; забезпечення студентів навчальними та методичними матеріалами.

3) Співпраця з бізнесом та промисловістю

На подальші роки заплановано продовжувати дослідження в галузі квантової інформації, а саме вивчення фізичних систем, які можуть слугувати квантовими логічними елементами, що є основою квантових комп'ютерів та квантових обчислень. Також заплановано розробку алгоритмів та їх реалізацію на квантових комп'ютерах (зокрема типу IBM Q і подібних). Очікується, що результати цих досліджень будуть сприяти налагодженню співпраці з ІТ-фірмами (серед них — SoftServe) для виконання спільних проєктів із квантової інформації та квантових обчислень.

4) Участь працівників кафедри у наукових темах. Гранти та стипендії

- Держбюджетна тема ФФ-83Ф «Квантові ефекти у фізиці одно- і багаточастинкових систем у просторах зі складною структурою» (2019–2021 рр.) (наук. керівник: Ткачук В. М.);
- Держбюджетна тема молодих науковців Фф-63Нр «Астрофізичні системи на різних енергетичних і просторово-часових масштабах та ефекти квантування простору» (наук. керівник: Гнатенко Х. П.);
- грант Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених «Фундаментальні проблеми теорії квантованого простору» (наук. керівник: Гнатенко Х. П.);
- грант Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених «Заплутаність і геометрія квантових станів спінових систем з різними типами взаємодії» (наук. керівник: Кузьмак А. Р.);

На наступний період подано:

- грант Президента України «Ефекти у фізиці класичних та квантових систем, зумовлені особливостями структури простору на планківських масштабах» (наук. керівник: Гнатенко Х. П.)

Участь у програмі «Львів науковий». Членами Львівської системи дослідників зараз є Гнатенко Х. П. та Кузьмак А. Р.

5) Підготовка наукових кадрів

Заплановані захисти дисертацій:

2020 р.: *Х. П. Гнатенко*, докторська дисертація «Вплив квантованості простору на властивості класичних і квантових систем», наук. консультант проф. В. М. Ткачук;

2021 р.: *В. С. Пастухов*, докторська дисертація «Вплив скінченних температур, вимірності простору та домішок на властивості слабковзаємодіючих бозе-систем», наук. консультант проф. І. О. Вакарчук;

2022 р.: *Б. Ю. Собко*, дисертація д-ра філософії «Термодинамічні функції систем із дробовими статистиками», наук. керівник проф. А. А. Ровенчак

2022 р.: *М. Б. Татарин*, дисертація д-ра філософії «Термодинаміка чорних дір із нелінійними матеріальними полями», наук. керівник доц. М. М. Стецко

2023 р.: *Ю. З. Гольський*, дисертація д-ра філософії, наук. керівник проф. В. М. Ткачук

2023 р.: *К. С. Кириленко*, дисертація д-ра філософії, наук. керівник доц. М. М. Стецко

У 2019/20 навч. році на кафедрі теоретичної фізики буде здійснюватися підготовка 11 магістрантів та 14 бакалаврів за спеціальністю 104 — Фізика та астрономія. Заплановано щорічно брати на навчання до аспірантури 1–2 випускників.

б) Підтримка постійної співпраці з:

- НАН України, зокрема, ІФКС, ІТФ ім. М. М. Боголюбова, ІППММ;
- університетами України, зокрема, ЧНУ імені Ю. Федьковича, КНУ імені Т. Шевченка, ХНУ імені В. Каразіна.

Міжнародна співпраця з науковцями Польщі (Вроцлавський університет; Університет Зельної Гури; Університет імені Кюрі-Складовської, Люблін; Жешувський Університет, Інститут фізичної хімії ПАН, Варшава), Австрії (Віденський університет), Бельгії (Вільний університет Брюсселя), Словаччини (Університет імені Яна Коменського, Братислава), Німеччини (Вюрцбурзький університет, Кельнський університет), Італії (Папський Університет Святого Хреста, Рим), Франції (Лабораторія LLACAN та Нац. Інститут східних мов і культур INALCO, Париж), США (Єльський Університет, Нью-Гейвен), Китаю (Університет Цінхуа, Пекін), В'єтнаму (Університет ім. Тона Дика Тханга, Хошимін) та Індії (Університет Калькутти).

7) Наукові семінари та конференції:

- Регулярно відбувається науковий семінар кафедри теоретичної фізики.
- З 1997 року кафедра проводить щорічну наукову конференцію «Різдвяні дискусії».

- З 2009 року щороку проводиться Українсько-польський семінар із сучасних проблем фізики разом із науковцями Університету Зельної Гури (почергово у Львівському та Зеленогурському університетах).
- Участь в організації міжнародної конференції XII International Bolyai-Gauss-Lobachevsky Conference: Non-Euclidean, Non-Commutative geometry and Quantum Physics (BGL-2021).

8) Монографії (плани):

- *Kh. Gnatenko, V. Tkachuk. Soccer-ball problem in quantum space (2020 p.);*
- *Лаба Г. П., Понеділок Г. В., Ткачук В. М. Тунелювання у квантовій механіці: від основ до сучасних задач (2020 р.).*

9) Наукові видання:

Забезпечення функціонування «Журналу фізичних досліджень» (Journal of Physical Studies), ISSN 2310-0052 (онлайн), ISSN 1027-4642 (друк), який індексується в наукометричних базах даних Web of Science та Scopus. Для цього необхідна всебічна підтримка з боку Університету.

10) Популяризація науки:

- Щорічно організовувати проведення співробітниками кафедри теоретичної фізики занять для учнів 9–11 класів, членів Малої академії наук. Брати участь у конкурсах наукових робіт та їх рецензуванні.
- Виступати з науково-популярними лекціями.
- Щорічно проводити профорієнтаційну роботу для випускників середніх шкіл.
- Брати участь у Днях науки на фізичному факультеті.

Популяризація фізики в Інтернеті, зокрема, в соцмережах:

- <https://www.facebook.com/Кафедра-теоретичної-фізики-ЛНУ-ім-Івана-Франка-557361547802495/>
- <https://www.youtube.com/channel/UCqcdRRoJTkWg4iasu02NVtQ>