

# Пояснювальна записка

## Обґрунтування необхідності відкриття нової освітньої програми

### 1. Короткий опис програми:

Найменування спеціальності: 104 Фізика та астрономія

Освітній рівень: бакалавр

Назва програми: Квантова теорія поля, теоретична та обчислювальна фізика

Форма навчання і обсяг програми (в кредитах ЄКТС і роках): 240 кредитів, 8 семестрів, 4 роки

Мета програми: Надати освіту в області фізики та астрономії з можливістю широкого доступу до працевлаштування за спеціальністю; підготувати мотивованих фахівців, здатних до ефективного проведення наукових досліджень та розв'язання складних задач як у області фізики, так і міждисциплінарних областях за допомогою сучасних аналітичних і числових методів, а також технологій обробки та аналізу даних.

Предметна область: 10 Природничі науки / 104 Фізика та астрономія / Квантова теорія поля, теоретична та обчислювальна фізика

Орієнтація програми: Освітньо-професійна академічна

Особливості програми: Програма передбачає отримання фундаментальної освіти фізиків-теоретиків, що включає поглиблене вивчення математичних курсів та фізичних дисциплін теоретичного спрямування, оволодіння сучасними методами програмування, аналізу та обробки даних, що відповідають сучасним тенденціям розвитку фізики та світової науки в цілому. Програма містить велику складову науково-дослідної роботи студентів, а також навчальну практику за фахом.

### 2. Опис необхідності відкриття нової програми

Необхідність у створенні нової освітньої програми «Квантова теорія поля, теоретична та обчислювальна фізика» викликана потребою окремого навчання фізиків-теоретиків. Це питання неодноразово порушувалося провідними вченими як інститутів НАН України, так і закордонних наукових центрів. Вони звертали увагу на важливість покращення якості підготовки фізиків-теоретиків. Їх аргументація полягає у тому, що сучасні фізики досить чітко поділяються на теоретиків та експериментаторів, яких доцільно навчати окремо.

Крім того, сучасні досягнення науки та стрімкий розвиток технологій зумовлюють необхідність переглянути освітні програми за спеціальністю «104. Фізика та астрономія», а можливо і створити нові, які відповідатимуть сучасним науковим, освітнім та економічним викликам у світі та в Україні зокрема.

Для підготовки фізика-теоретика критично важливі:

1) ґрунтовна математична підготовка як з базових дисциплін (аналіз дійсної та комплексної змінної та інші), так і дисциплін, характерних саме для теоретичних досліджень (зокрема,

математичні методи теоретичної фізики, методи теорії груп Лі тощо), тоді як підготовка студента-експериментатора вимагає меншого обсягу годин дисциплін математичного спрямування;

2) володіння сучасними методами програмування, моделювання, аналізу та обробки даних, оскільки методи комп'ютерного моделювання останніми роками стали одним з важливих та ефективних інструментів дослідження складних фізичних систем;

3) новітні підходи на основі сучасних методів програмування та застосування нейромереж (зокрема, штучний інтелект), які студенти мають засвоїти ще з молодших курсів;

4) сучасні навчальні дисципліни з теоретичної фізики.

Отже, метою даної освітньої програми є створення умов для навчання фізиків-теоретиків на світовому рівні з урахуванням сучасного розвитку науки та технологій та надання студентам можливості виконувати власні наукові дослідження.

У освітній програмі оптимізовано курси загальної фізики, а дисципліни експериментального спрямування представлені у програмі у тому обсязі, який необхідний фізику-теоретику для розуміння експериментальних методів дослідження.

У вибіркових блоках дисциплін програми представлено один блок, який складається з різних напрямків теоретичної фізики та другий блок з квантової теорії поля, яка є важливим самостійним напрямком теоретичної фізики (на сьогоднішній день в Україні тільки на фізичному факультеті КНУ імені Тараса Шевченка студенти мають змогу отримати освіту у цьому напрямку). Ці вибіркові блоки тісно пов'язані між собою і значна частина важливих дисциплін для них є спільною. Випускники програми у подальшому продовжуватимуть навчання у магістратурі за аналогічними програмами, які є на фізичному факультеті.

У разі створення окремої освітньої програми для студентів теоретичного напрямку на фізичному факультеті з'явиться можливість модифікувати та оптимізувати існуючу програму (або створити замість неї нову) для студентів-експериментаторів, що позитивно позначиться на освітньому процесі на факультеті в цілому.

В останнє десятиліття, після закриття освітніх програм з теоретичної фізики у більшості вітчизняних університетів, інтерес до неї повертається, і освітні програми з теоретичної фізики стали знову створюватися. В КНУ імені Тараса Шевченка створення нової, послідовної та сучасної програми, яка об'єднує теоретичну та обчислювальну фізику, сучасну квантову теорію поля, дозволить зберегти лідерські позиції КНУ та примножити наукові традиції фізичного факультету та університету в цілому. Відкриття цієї освітньої програми дозволить залучити найкращих та найталановитіших абітурієнтів, зокрема, переможців міжнародних олімпіад, до навчання на фізичному факультеті.

### **3. Пояснення неможливості досягнення цілей нової програми в рамках існуючих програм**

На фізичному факультеті наразі студенти-теоретики разом зі студентами-експериментаторами навчаються за програмою «Фізика», її основи та принцип розподілу дисциплін було створено ще у 80-х роках минулого століття. Однак сучасні вимоги до підготовки як фізиків-теоретиків, так і фізиків-експериментаторів суттєво підвищилися і сильно між собою відрізняються, тому задовольнити їх у межах компромісної спільної освітньої програми стає все важче, а подекуди і неможливо. Для якісного навчання студентів-теоретиків з самого початку потрібен більший обсяг

загальних математичних дисциплін, інша організація навчального плану, тісне їх поєднання з дисциплінами, пов'язаними з комп'ютерним аналізом та обчислювальними методами (діюча програма «Фізика» забезпечити це вже не може). Це дозволить студентам швидко адаптуватись до вимог програми і зосередитись на її напрямку, що вкрай важливо для раннього виховання самостійного мислення у майбутнього науковця. Крім того, деякі загальні математичні курси є важливими і специфічними саме для теоретиків, але викладати їх окремо на старших курсах як доповнення до матеріалу, який забезпечує діюча освітня програма, нераціонально, оскільки цей час краще використати для навчання вже підготовлених студентів сучасним методам теоретичної та обчислювальної фізики.

#### **4. Основні показники, які впливають на собівартість освітньої програми**

Реалізація освітньої програми не потребує додаткового спеціально обладнаного аудиторного фонду (наявного на фізичному факультеті достатньо). Також теоретичний характер навчання та досліджень студентів не передбачає витрат на прилади чи інше експериментальне обладнання. Навчальний процес за програмою буде забезпечено наявним професорсько-викладацьким складом та запрошеними провідними вченими інститутів НАН України.

#### **5. Опис зацікавлених у програмі стейкхолдерів**

У якісно підготовлених випускниках, які володіють методами теоретичної фізики в цілому і квантової теорії поля зокрема, знають основи сучасної обчислювальної фізики, зацікавлені у першу чергу інститути НАН України, зокрема столичні Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова, Інститут фізики, Інститут ядерних досліджень, Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова, Головна астрономічна обсерваторія та багато інших, де значна частина науковців є випускниками фізичного факультету, зокрема кафедр теоретичної фізики і квантової теорії поля та космомікрофізики. Крім того, у кожному з інститутів загального спрямування є відділ теоретичної фізики, і майже у кожному відділі, де проводяться експериментальні дослідження, працюють фізики-теоретики.

Слід відзначити, що з 05 жовтня 2016 року Україна є асоційованим членом Європейської організації з ядерних досліджень (ЦЕРН), а українські науковці є членами наукових колаборацій SHiP, ALICE, CMS, LHCb на Великому адронному колайдері. Створення нової освітньої програми забезпечить підготовку науковців для виконання міжнародних зобов'язань України по цьому важливому міжнародному проєкту та підтримуватиме престиж української науки на світовому рівні.

Теоретична фізика є міждисциплінарною наукою і потреба у фахівцях-теоретиках є у інститутах, де проводяться дослідження з хімії, біології, геології, математики та інших точних та природничих наук, зокрема, Інституті геофізики ім. С.І.Субботіна, Інституті прикладних проблем фізики і біофізики, Інституті фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського, Фізико-хімічному інституті ім. О.В. Богатського, Інституті хімії поверхні ім. О.О. Чуйка, Інституті математики, Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України тощо.

Окрім наукової роботи в академічних інститутах випускники ОПП “Квантова теорія поля, теоретична та обчислювальна фізика” зможуть працювати в широкому спектрі підприємств, установ та організацій, вищих навчальних закладів, установ та організацій НАН України та

наукових центрів, а також в інших галузях економіки України. Зокрема, потенційними стейкхолдерами є ІТ компанії, аналітичні центри, банківські установи, промислові компанії, де значну роль відіграє ґрунтовна математична підготовка працівників та їх обізнаність із сучасними методами програмування, моделювання та обробки даних.

Голова проєктної групи:

**Горбар Едуард Володимирович**, професор кафедри квантової теорії поля та космомікрофізики, доктор фіз.-мат. наук, професор, член-кореспондент НАН України

Члени проєктної групи:

**Ледней Михайло Федорович**, професор кафедри теоретичної фізики, доктор фіз.-мат. наук, доцент

**Романенко Олександр Вікторович**, завідувач кафедри теоретичної фізики, кандидат фіз.-мат. наук, доцент

**Вільчинський Станіслав Йосипович**, завідувач кафедри квантової теорії поля та космомікрофізики, доктор фіз.-мат. наук, професор

**Горкавенко Володимир Миколайович**, доцент кафедри квантової теорії поля та космомікрофізики, доктор фіз.-мат. наук, доцент

**Бєлих Світлана Петрівна**, асистент кафедри теоретичної фізики, кандидат фіз.-мат. наук

**Соболь Олександр Олександрович**, докторант кафедри квантової теорії поля та космомікрофізики, кандидат фіз.-мат. наук