

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут прикладної фізики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор ІПФ НАН України,
доктор фізико-математичних наук,
старший дослідник

Олександр ЛЕБЕДЬ



« 22 » липня 2025 р.

ФІЗИКА

ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти

Ступінь вищої освіти	Доктор філософії
Спеціальність	Е5 Фізика та астрономія
Галузь знань	Е Природничі науки, математика та статистика
Кваліфікація	Доктор філософії з фізики та астрономії

Розглянуто та затверджено
Вченою радою ІПФ НАН України
протокол № 7 від «22» липень 2025 року

Суми – 2025

Розроблено проектною групою за спеціальністю **Е5 Фізика та астрономія** у складі:

Керівник проектної групи (гарант освітньо-наукової програми):

Лебединський Сергій
Олександрович

– к.ф.-м.н., старший дослідник, старший науковий співробітник відділу квантової електродинаміки сильних полів, голова ради молодих вчених ІПФ НАН України

Члени проектної груп:

Сторіжко Володимир Юхимович	д.ф.-м.н., професор, академік НАН України, заслужений діяч науки і техніки України, почесний директор ІПФ НАН України
Лебедь Олександр Анатолійович	д. ф.-м. н., старший дослідник, директор ІПФ НАН України
Ворошило Олексій Іванович	к.ф.-м.н., старший науковий співробітник, учений секретар ІПФ НАН України
Однодворець Лариса Валентинівна	д. ф.-м. н., професор, заступник завідувача кафедри електроніки, загальної та прикладної фізики СумДУ МОН України
Лопаткін Роман Юрійович	к.ф.-м.н., заступник генерального директора ПАТ «Електровимірювач» з розвитку та інновацій
Луговський Віталій Олександрович	аспірант ІПФ НАН України

Гарант освітньо-наукової програми



Сергій ЛЕБЕДИНСЬКИЙ

ВРАХОВАНО:

1. Постанову Кабінету Міністрів України від 30 серпня 2024 р. № 1021 «Про внесення змін до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти»

2. Стандарт вищої освіти зі спеціальності 104 Фізика та астрономія для докторів філософії (Наказ МОН України від 30.05.2022 р. № 502).

3. Зауваження та пропозиції за результатами громадського обговорення:

- науково-педагогічних працівників Інституту прикладної фізики НАН України;
- здобувачів вищої освіти, які навчаються за освітньою програмою;
- представників академічної спільноти та фахівців в галузі фізики та астрономії.

4. Рекомендації Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО) за результатами акредитаційної експертизи протокол №9(81) від 10.06.2025 р. та рекомендації Галузевої експертної ради, справа №0063(ПГ2)/АС-25 від 16.05.2025 р.

5. Постанову Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

ОНП обговорено після надходження всіх побажань і пропозицій та схвалено на засіданні проектної групи (Протокол № 4 від 21. липня 2025 р.) та Науково-методичної ради (Протокол № 3 від 22 липня 2025 р.).

1. Профіль освітньої програми

1.1 Загальна інформація	
Повна офіційна назва вищого навчального закладу	Інститут прикладної фізики Національної академії наук України
Ступінь вищої освіти та назва кваліфікації	Ступінь ВО – доктор філософії Освітня кваліфікація – доктор філософії з фізики та астрономії
Офіційна назва освітньої програми	Фізика
Тип диплому та обсяг освітньої програми	Диплом доктора філософії, освітня складова 52 кредити ЄКТС, термін підготовки 4 роки. Наукова складова передбачає проведення власного наукового дослідження та оформлення його результатів у вигляді дисертації.
Наявність акредитації	Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти. Україна. Сертифікат про акредитацію освітньої програми №13806, термін дії до 10.06.2026 р.
Цикл/рівень вищої освіти	Третій рівень вищої освіти; НРК України – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл, EQF-LLL – 8 рівень
Передумови	Наявність ступеня вищої освіти «Магістр».
Мова(и) викладання	Українська мова, англійська мова
Термін дії освітньої програми	До наступної акредитації
Інтернет-адреса постійного розміщення опису освітньої програми	http://iap.sumy.org/aspirantura/index/educactivity/
1.2 Мета освітньої програми	
<p>Програма розроблена для забезпечення підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів у сфері природничих наук на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти з присудженням наукового ступеня «доктор філософії» зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія». Метою освітньо-наукової програми підготовки фахівців (докторів філософії) зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія» є формування особистості фахівця, здатного продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми науково-дослідницької, розробницької та інноваційної діяльності у сфері фізики, застосовувати методологію науково-дослідницької та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.</p>	

1.3 Характеристика освітньої програми

Предметна область освітньої програми	<p><i>Об'єкти дослідження:</i> будова та властивості матерії на всіх структурних рівнях організації від елементарних частинок до Всесвіту, а також процеси та закономірності, які описують різні форми існування, руху та перетворень матерії.</p> <p><i>Цілі навчання:</i> набуття здатності здійснювати фундаментальні та прикладні наукові дослідження з метою продукування нових знань в галузі фізики та вміти застосовувати нові знання для розробок та інновацій у різних сферах науки й техніки; здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність з фізики.</p> <p><i>Теоретичний зміст предметної області:</i> основні поняття, принципи, концепції і методи фізики.</p> <p><i>Методи, методика та технології:</i> методи фізичних досліджень, математичні методи теоретичної фізики, методи фізичного і математичного моделювання фізичних систем і процесів, методи комп'ютерного експерименту, методи статистичної обробки результатів експерименту та аналізу даних.</p> <p><i>Інструменти та обладнання:</i> наукові прилади для фізичних досліджень і вимірювань (за необхідності), обчислювальна техніка, спеціалізоване програмне забезпечення.</p>
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-наукова.
Основний фокус освітньої програми та спеціалізації	Програма базується на загальновідомих наукових положеннях із врахуванням сьогоденного стану розвитку фізики, орієнтує на актуальні спеціалізації, в рамках яких можлива подальша професійна та наукова кар'єра: дослідження взаємодії іонів, електронів і фотонів з речовиною, в тому числі з біооб'єктами та полями; розробка ядерно-фізичних методів дослідження структури і складу матеріалів та електростатичних прискорювачів; моделювання радіаційних дефектів реакторних матеріалів. Ключові слова: елементарні частинки, ядра, ядерна взаємодія, іонізуюче випромінювання, електромагнітні поля, прискорювальні системи, реакторні матеріали, чисельні методи.

Особливості освітньої програми	Реалізація програми передбачає оволодіння глибокими знаннями у області взаємодії іонів, електронів і фотонів з речовиною, методами ядерно-фізичного дослідження структури і складу матеріалів та вміння проводити комп'ютерне моделювання фізичних процесів.
1.4 Придатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання	
Придатність до працевлаштування	Працевлаштування на посадах наукових і науково-педагогічних працівників в наукових установах і закладах випускників вищої освіти, інших посадах, що потребують кваліфікації доктора філософії з фізики та астрономії, зокрема, на посадах провідних фахівців у науково-дослідних, проектних, конструкторських та інших установах і підрозділах підприємств, посадах наукових консультантів та експертів в установах та організаціях.
Подальше навчання	Мають право здобувати ступінь доктора наук та додаткові кваліфікації в системі вищої освіти та науково-технічної діяльності.
1.5 Викладання, навчання та оцінювання	
Викладання та навчання	Студентоцентроване навчання, проблемно-орієнтоване та міждисциплінарне навчання, електронне навчання в Google Classroom, Zoom, Google Meet, самонавчання. Викладання проводиться у вигляді: лекції, семінарські, практичні заняття, самостійна робота з можливістю консультацій з викладачем, індивідуальні заняття, проведення наукових досліджень. У разі необхідності може застосовуватися змішаний формат навчання. Освітньо-науковою програмою передбачене використання наступних освітніх технологій: інтерактивні, технології рівневої диференціації навчання, технологія модульно-блочного навчання, технологія навчання як дослідження, технологія проектного навчання. Також ОНП передбачається проходження здобувачами педагогічної практики у ЗВО з метою оволодіння практичними навичками організації та проведення науково-педагогічної діяльності. Наукова складова освітньої програми забезпечується доступом до наявного спеціалізованого обладнання, консультуванням здобувача керівником та провідними вченими Інституту. Апробація результатів наукових досліджень відбувається шляхом участі в семінарах, фахових конференціях, публікації наукових статей.

Оцінювання	За освітньою програмою передбачено формативне (поточний контроль роботи аспіранта протягом вивчення окремих навчальних дисциплін у формі презентацій, наукових доповідей, індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань, письмових звітів (зокрема, щодо підготовленої частини дисертаційної роботи; критичний літературний огляд наукових публікацій за темою дисертаційного дослідження, огляд методичних положень, тощо) та сумативне (письмові іспити з навчальних дисциплін, оцінювання поточної роботи протягом вивчення окремих освітніх компонентів (захист лабораторних робіт, підготовка презентацій, тестування), прилюдний захист дисертаційної роботи) оцінювання, що визначає рівень досягнення очікуваних програмних результатів навчання. Наукові публікації здобувачів мають відповідати вимогам академічної доброчесності.
1.6 Програмні компетентності (ПК)	
Інтегральна компетентність	Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми науково-дослідницької, розробницької та інноваційної діяльності у сфері фізики, застосовувати методологію науково-дослідницької та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.
Загальні компетентності (ЗК)	ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК02. Здатність працювати в міжнародному контексті. ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні наукові проблеми на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням професійної етики та академічної доброчесності.
Спеціальні (фахові) компетентності спеціальності (СК)	СК01. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері фізики, інтегрувати знання з різних галузей, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень. СК02. Здатність відстежувати тенденції розвитку фізики, її прикладного застосування, критично переосмислювати наявні знання та методи фундаментальних та прикладних наукових досліджень. СК03. Здатність представляти та обговорювати результати своєї науково-дослідницької роботи державною мовою, а також англійською мовою, в усній та в письмовій формі, опрацьовувати наукову літературу з фізики і ефективно використовувати нову інформацію з різних джерел. СК04. Здатність організовувати та здійснювати науково-педагогічну діяльність у сфері фізики. СК05. Здатність ініціювати, розробляти та реалізовувати науково-дослідницькі, розробницькі та інноваційні проекти у сфері фізики, планувати й організовувати

	<p>роботу науково-дослідницьких, розробницьких та інноваційних колективів.</p> <p>СК06. Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики.</p> <p>СК07 Здатність проводити аналіз речовини за допомогою сучасних методів ядерно-фізичного аналізу.</p> <p>СК08 Здатність застосовувати сучасні методи комп'ютерного моделювання фізичних процесів.</p> <p>СК09 Здатність проводити дослідження процесів взаємодії іонів, електронів і фотонів з речовиною, в тому числі з біооб'єктами та полями.</p> <p>СК10 Здатність застосовувати електростатичні прискорювачі та пучкові технології у вирішенні загально-фізичних та прикладних задач.</p>
--	--

1.7 Нормативний зміст підготовки доктора філософії, сформульований у термінах результатів навчання

- РН01. Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з фізики та дотичних до них міждисциплінарних напрямів, а також необхідні навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань, здійснення розробок та інновацій.
- РН02. Аналізувати та оцінювати стан і перспективи розвитку фізики, а також дотичних міждисциплінарних напрямів.
- РН03. Вільно презентувати та обговорювати державною мовою, а також англійською мовою, результати наукових досліджень, фундаментальні та прикладні проблеми фізики, публікувати результати наукових досліджень у наукових виданнях, що індексуються у базах Scopus та WoS Core Collection.
- РН04. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичних і експериментальних досліджень, математичного моделювання, комп'ютерного експерименту, а також наявні літературні дані.
- РН05. Розробляти моделі процесів і систем у фізиці та дотичних міждисциплінарних напрямках, використовувати їх у науково-дослідницькій діяльності для отримання нових знань, створення розробок та інноваційних продуктів.
- РН06. Планувати і виконувати прикладні та фундаментальні дослідження з фізики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних методів, методик, технологій, інструментів та обладнання, з дотриманням норм академічної етики, критично аналізувати результати наукових досліджень у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; готувати проєктні пропозиції щодо фінансування наукових досліджень, розробницьких і інноваційних проєктів.
- РН07. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
- РН08. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або

професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми фізики з врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів; управляти науковими проектами.

PH09. Глибоко розуміти загальні принципи та методи природничих наук, а також методологію наукових досліджень, місце фізики в системі наукових знань як методологічної основи природничих, інженерних наук та технологій; застосувати їх у власних дослідженнях у сфері фізики та у викладацькій діяльності.

PH10. Мати навички захисту прав інтелектуальної власності.

PH11. Організовувати освітній процес і проводити педагогічну діяльність у сфері фізики, забезпечувати відповідне наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення.

PH12. Оцінювати ефективність чисельних методів та розробляти оптимальні алгоритми при комп'ютерному моделюванні фізичних процесів.

PH13. Мати навички застосування ядерно-фізичних методів дослідження структури і складу матеріалів.

PH14. Застосовувати сучасні методи фізики для дослідження процесів взаємодії іонів, електронів і фотонів з речовиною, в тому числі з біооб'єктами та полями.

PH15. Мати навички застосування електростатичних прискорювачів та пучкових технологій для вирішення загально-фізичних та прикладних задач.

1.8 Ресурсне забезпечення реалізації програми

Кадрове забезпечення

Реалізація освітньої та наукової складових освітньо-наукової програми забезпечується кадрами високої кваліфікації з науковими ступенями та вченими званнями, які є активними і визнаними вченими, що публікують свої праці у провідних міжнародних фахових журналах, мають відповідну професійну компетентність і досвід наукових досліджень і педагогічної діяльності, є учасниками міжнародних проектів та грантів. Академічна та наукова кваліфікація викладачів підтверджена їх публікаціями (включаючи публікації у наукометричних базах Scopus та Web of Science), відповідними показниками наукової і професійної діяльності, високими індексами цитування, зокрема, Сторіжко В. Ю. д.ф.-м.н., академік НАН України, професор, заслужений діяч науки і техніки України (h-index=10), Харченко Д. О. д.ф.-м.н., професор (h-index=22), Харченко В. О. д.ф.-м.н., (h-index=23), Пономарьов О. Г. д.ф.-м.н., професор (h-index=16), Ворошило О. І. к.ф.-м.н. старший науковий співробітник (h-index=14), Лебедь О. А. д.ф.-м.н., старший дослідник (h-index=11). Зокрема, Сторіжко В. Ю. відомий вчений в області експериментальної ядерної фізики низьких і середніх енергій. Кандидат фізико-математичних наук (1964), доктор фізико-математичних наук (1974), професор (1978), член-кореспондент НАН України (1993), академік НАН України (1995), "Заслужений діяч науки і техніки України" (1997). За визначні особисті заслуги у розвитку вітчизняної науки, зміцнення науково-технічного потенціалу Української держави В.Ю. Сторіжко

	<p>нагороджено орденами князя Ярослава Мудрого IV та V ступенів. За визначний особистий внесок у забезпечення розвитку ядерної фізики, впровадження її досягнень у народне господарство та багаторічну плідну працю отримав подяку прем'єр-міністра України.</p> <p>Науковою школою під керівництвом професора Харченко Д. О. одержані фундаментальні результати в області фізики конденсованого стану, фізики твердого тіла, моделювання радіаційних ефектів в об'ємі та на поверхні матеріалів, самоорганізації дефектної структури опромінюваних конструкційних матеріалів.</p> <p>Професор Пономарьов О. Г. є лідером напряму фізики пучків заряджених частинок і пучкових технологій. Отримано фундаментальні і прикладні результати в фізиці пучків заряджених часток, їх формування та створення установок для їх генерації та використання для взаємодії з різноманітними матеріалами та діагностики властивостей цих матеріалів. Важливими результатами є підвищення роздільної здатності ядерного скануючого мікрозонду ІПФ НАН України, розробка технології протонно-променевої літографії на базі каналу ядерного скануючого мікрозонду. Зв'язок з практикою освітньо-наукової програми забезпечується широкою участю фахівців-практиків Маслов В. І. (Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg, ННЦ ХФТІ НАН України), Профатілова Я. В. (FREIA laboratory, Department of Physics and Astronomy, Uppsala University), Фоміна А. С. (Університет Париж-Сакле), Дрозденко М.О. (The Nuclear Physics Institute of the Czech Academy of Sciences), Кононенко І. М. (JGU Institut für Physik Staudingerweg).</p> <p>Група забезпечення, гарант та викладацький склад, який забезпечує реалізацію програми, відповідає вимогам, визначеним Ліцензійними умовами.</p>
<p>Матеріально-технічне забезпечення</p>	<p>Навчальний процес за освітньою програмою відбувається у 3 аудиторіях, які обладнані необхідною мультимедійною апаратурою. Під час навчального процесу передбачено використання сучасного обладнання для наукових досліджень та розрахунків. Зокрема, обчислювальний кластер ІПФ НАН України, інтегрований у академічну грид-мережу України. Кластер ІПФ є комбінованим обчислювальним кластером, користувачам для розрахунків доступні 48 процесорних ядер та 76 логічних ядер, широкий набір програмного забезпечення і компіляторів, які підтримують стандарти MPI и OpenMP. В Інституті підтримується робота регіонального вузла науково-освітньої мережі обміну даними, а сам Інститут підключений до цієї мережі.</p> <p>Також В Інституті створена унікальна експериментальна</p>

	<p>база: Мікроаналітичний комплекс: канал іонної люмінесценції; канал ядерних реакцій; канал скануючого ядерного мікрозонду; канал резерфордівського зворотнього розсіяння з високою роздільною здатністю, оснащений магнітним спектрометром; канал ядер віддачі з високою роздільною здатністю, оснащений електростатичним спектрометром; аналітичний канал для дослідження вмісту водню і гелію в матеріалах. 2 MeV скануючий іонний мікрозонд призначений для визначення карти розподілу мікродомішок в приповерхневому шарі досліджувальних зразків з використанням неруйнівних методів аналізу та протонної літографії. Центр колективного користування на основі прискорювального мас-спектрометру Tandetron 1.0 MV модель 4110Bo-AMS, виробництва HVEE, 2009, Нідерланди. Комплекс обладнання для потреб іонних прискорювачів і іонно-променевої модифікації матеріалів: джерело з об'ємно-плазмової генерацією негативних іонів (безцезієве джерело); високодозний імплантер з масовою сепарацією іонів; стенд досліджень високоінтенсивних іонних джерел; установка високочастотного магнетронного розпилення; електронно-променева установка; високовакуумна установка для вимірювання параметрів газового польового джерела іонів голково-капілярного типу з охолодженням емітера до температури рідкого азоту; вакуумний стенд газового польового джерела іонів, що працює при кімнатній температурі. Лабораторія спектрального аналізу, що використовує атомно-абсорбційну спектрометрію з електротермічною атомізацією в графітових печах, атомно-емісійну спектрометрію в полум'ї, молекулярну спектрометрію, традиційну "мокру хімію". FAB мас-спектрометр, PDMS мас-спектрометр, скануючий електронний мікроскоп. Лазерний ізотопний мас-спектрометр з координатно-чутливим детектором.</p>
<p>Інформаційне та навчально-методичне забезпечення</p>	<p>Інститут має високотехнологічну бібліотечно-інформаційну систему. Здобувачі, які навчаються за цією освітньою програмою, та викладачі можуть використовувати можливості науково-технічної бібліотеки, розташованої на сайті ІПФ НАН України та ряду баз даних та електронних журналів, наданих Національною бібліотекою України ім. В.І. Вернадського, а також до інших електронних баз даних наукової інформації, зокрема до найбільших реферативних, бібліографічних баз даних Scopus та Web of Science. Бібліотека інституту має читальний зал на 5 осіб. У ній зберігається більше ніж 17 тис примірників, до друкованих видань різними мовами, включаючи наукові</p>

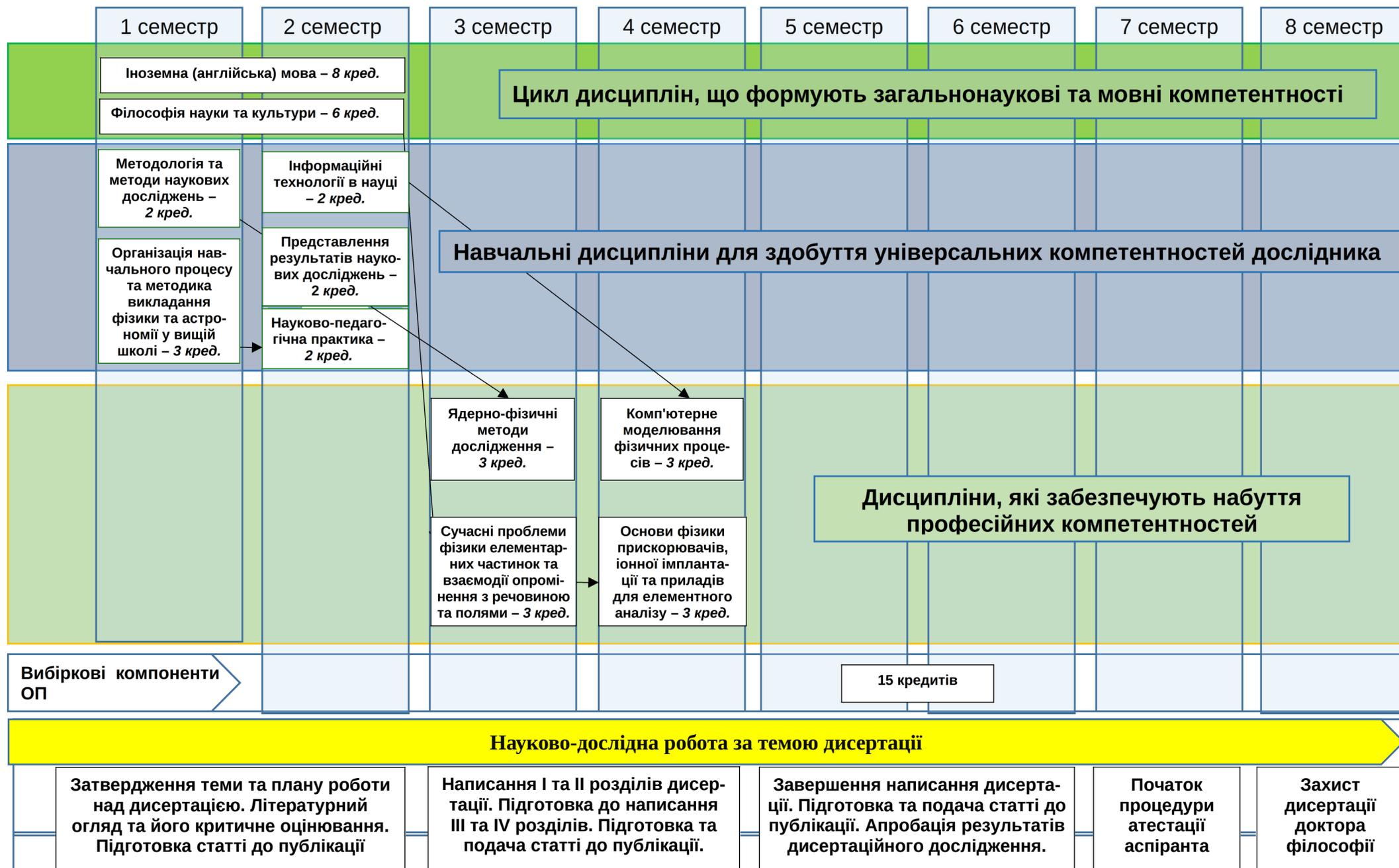
	журнали, монографії, навчальні посібники, підручники, словники тощо, перегляду літератури з використанням традиційних засобів пошуку в бібліотеці або використовувати доступ до Інтернету та бази даних. Доступ до всіх бібліотечних баз надається у внутрішній мережі інституту.
1.9 Академічна мобільність	
Внутрішня академічна мобільність	На основі двосторонніх договорів між ІПФ НАН України та університетами і академічними установами України.
Міжнародна академічна мобільність	У рамках міжнародних програм на основі двосторонніх договорів між ІПФ НАН України та навчальними закладами та академічними установами країн-партнерів.
Навчання іноземних здобувачів вищої освіти	Згідно ліцензії не передбачається підготовка іноземців.

2. Перелік компонентів освітньої складової освітньо-наукової програми

2.1 Перелік компонент ОНП

Код	Компоненти освітньої складової	Кількість кредитів	Форма підсумк. контролю
ОБОВ'ЯЗКОВІ (НОРМАТИВНІ) КОМПОНЕНТИ ОП			
1. Цикл дисциплін, що формують загальнонаукові та мовні компетентності			
OK1	Іноземна мова професійного спрямування для підготовки аспірантів до рівня загальноєвропейського стандарту володіння мовою С1	8	Екзамен
OK2	Філософія науки та культури	6	Екзамен
2. Навчальні дисципліни для здобуття універсальних компетентностей дослідника			
OK3	Методологія та методи наукових досліджень	2	Екзамен
OK4	Інформаційні технології в науці	2	Екзамен
OK5	Представлення результатів наукових досліджень	2	Екзамен
OK6	Організація навчального процесу та методика викладання фізики та астрономії у вищій школі	3	Екзамен
OK7	Науково-педагогічна практика	2	Звіт
3. Дисципліни, які забезпечують набуття професійних компетентностей			
OK8	Комп'ютерне моделювання фізичних процесів	3	Екзамен
OK9	Сучасні проблеми фізики елементарних частинок та взаємодії опромінення з речовиною та полями	3	Екзамен
OK10	Ядерно-фізичні методи дослідження / Nuclear and physical research methods	3	Екзамен
OK11	Основи фізики прискорювачів, іонної імплантації та приладів для елементного аналізу	3	Екзамен
Загальний обсяг обов'язкових освітніх компонентів:		37	
ВИБІРКОВІ КОМПОНЕНТИ ОП			
BK1	Квантова електродинаміка сильних світлових полів	3	Диф. залік
BK2	Моделювання стохастичних процесів та систем	3	Диф. залік
BK3	Використання мови програмування Python в наукових дослідженнях	3	Диф. залік
BK4	Рентгенівський фазовий контраст / X-ray phase contrast imaging	3	Диф. залік
BK5	Механіка контактної взаємодії та теорія тріщин	3	Диф. залік
BK6	Фізика пучків заряджених частинок	3	Диф. залік
BK7	Числові методи математичної фізики	3	Диф. залік
BK8	Основи радіаційної біофізики	3	Диф. залік
BK9	Методи машинного навчання	3	Диф. залік
BK10	Молекулярна динаміка та ab initio моделювання в матеріалознавстві	3	Диф. залік
BK11	Вибрані питання астрономії	3	Диф. залік
BK12	Лабораторний фізичний практикум	3	Диф. залік
Загальний обсяг вибіркових освітніх компонентів:		15	
РАЗОМ		52	

2.2 Структурно-логічна схема



3. Матриця відповідності програмних компетентностей компонентам освітньої програми

Позначки програмних компетентностей та освітніх компонентів	ОК1	ОК2	ОК3	ОК4	ОК5	ОК6	ОК7	ОК8	ОК9	ОК10	ОК11
ЗК 1			•		•	•	•	•			
ЗК 2	•				•						
ЗК 3		•	•		•	•	•				
СК 1		•	•								
СК 2		•	•						•	•	
СК 3	•			•	•						
СК 4					•	•	•				
СК 5			•	•							
СК 6			•	•				•		•	
СК 7									•	•	
СК 8				•				•			
СК 9								•	•		•
СК 10								•		•	•

Примітки:

1. ОК n – певний обов'язковий компонент освітньої програми за розділом 2.1;
- 2 ЗК n – загальна компетентність за розділом 1.6 профілю освітньої програми;
3. СК n – фахова компетентність за розділом 1.6 профілю освітньої програми;
4. • – позначка, яка означає, що певна програмна компетентність забезпечується певним освітнім компонентом поточного рядка.

4. Матриця забезпечення програмних результатів навчання відповідними компонентами освітньої програми

Позначки програмних результатів навчання та освітніх компонентів	ОК1	ОК2	ОК3	ОК4	ОК5	ОК6	ОК7	ОК8	ОК9	ОК10	ОК11
РН 1			•							•	•
РН 2		•				•			•		
РН 3	•				•						
РН 4		•			•						
РН 5				•				•			
РН 6	•		•		•					•	•
РН 7	•			•				•			
РН 8			•		•						
РН 9		•	•			•	•		•		
РН 10			•		•						
РН 11					•	•	•				
РН 12				•				•			
РН 13			•							•	
РН 14									•	•	
РН 15								•		•	•

Примітка: 1. РН к – певний результат навчання за розділом 1.7 профілю освітньої програми; 2. • – позначка, яка означає, що певний програмний результат забезпечується освітнім компонентом поточного рядка.